

Tielaitos

Akselimassatutkimus 1998 - 1999



**Tielaitoksen
selvityksiä**

6/2000

Helsinki 2000

TIEHALLINTO
Tiestötiedot

Tielaitoksen selvityksiä
6/2000

Akselimassatutkimus 1998 - 1999

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-614-6
TIEL 3200598

Edita Oy
Helsinki 2000

Julkaisua myy:
Tielaitos, julkaisumyynti
telefaksi 0204 44 2652
s-posti elsa.jantunen@tielaitos.fi



Tielaitos
TIEHALLINTO
Tiestötiedot
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150

Aiheluokka 12, 21, 91

Asiasanat akselipaino, kuormitus, raskaat ajoneuvot

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli saattaa ajan tasalle tiedot kuorma- ja linja-autojen keskimääräisistä akseli-, teli- ja kokonaismassoista sekä niiden jakaumista. Tiedot massoista kerättiin 48 mittauspaikasta, jotka sijaitsivat suhteellisen tasaisesti eri puolilla päätieverkkoa. Mittaukset tehtiin syksyn 1998 ja kevään 1999 aikana. Jokaisessa mittauspaikassa tarkasteluun poimittiin 8 tunnin aikana otos liikennevirrasta, minkä tuloksena tutkimusaineistoon saatiin havainnot kaikkiaan 3 587 ajoneuvosta tai ajoneuvoyhdistelmästä. Tulos laajennettiin koskemaan koko raskasta liikennettä.

Punnituksissa käytettiin low speed –vaakaa, joka tallensi mittaustulokset automaattisesti akseleittain. Punnitusten lisäksi tutkimuksessa kerättiin tietoa mm. ajoneuvotyypeistä, ajoneuvojen akseli- ja telirakenteista sekä rengastuksista. Lisäksi kuljettajia haastatteleamalla selvitettiin kuljetusten lähtö- ja määräpaikat sekä kuljetettavat tavaralajit. Kerättyyn havaintoaineistoon yhdistettiin koko joukko ajoneuvorekisteristä saatua ajoneuvoteknistä tietoa sekä aineiston laajentamista varten mittauspisteiden lähistöllä sijainneiden LAM-pisteiden keräämää liikennemäärätietoa.

Tutkimusaineistosta muodostettiin tutkimustietokanta, joka on saatavissa erillisiä selvityksiä varten. Aineiston laaduntarkkailu hoidettiin huolellisesti. Tutkimuksesta raportoitiin tässä vaiheessa paitsi tietokannan rakenne myös tutkimusaineiston käsittelyssä käytetyt menetelmät. Tutkimusaineiston avulla selvitettiin myös mm. ajoneuvojen tyyppijakaumat, akseli-, teli- ja kokonaismassojen sekä lastien massojen jakaumat samoin kuin kuormitusekvivalenssien jakaumat. Tuloksia tarkasteltiin paitsi koko aineiston perusteella mm. myös autotyypeittäin ja tavaralajeittain ryhmiteltyinä. Saatuja tuloksia verrattiin vuoden 1986 akselimassatutkimuksen tuloksiin.

Perustulosten lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin erikseen kuljetusten tehokkuutta, kuljetusten lukumääriä, kuljetusmääriä, raskaan liikenteen liikennesuoritetta ja kuljetussuoritetta sekä erilaisten rengastusten ja rengaskokojen yleisyyttä. Yhtenä keskeisenä tuloksena saatiin uudet ajoneuvotyyppikohtaiset arviot kuormituskertaluvuista, jotka on koottu oheiseen taulukkoon:

Autotyyppi	Kuormituskertaluku
Ilman perävaunua olevat kuorma-autot, KAIP	0,58
Puoliperävaunulliset kuorma-autot, KAPP	1,48
Kuorma-autot, joissa on varsinainen perävaunu, KAVP	2,63
Linja-autot, LA	0,85
KAIP+LA	0,65
KAPP+KAVP	2,34

ABSTRACT

The aim of this study was to update information about the average axle and bogie loads and gross weights of trucks and buses as well as their distributions. These data were collected on 48 measurement sites in Finland, which were relatively evenly distributed in the main road network. The measurements were carried out in autumn 1998 and spring 1999. On each measurement site, a sample of traffic stream was taken during eight hours. The resulting material consisted of 3,587 vehicles or vehicle combinations. The results were extrapolated to concern heavy traffic in its entirety.

The vehicles were weighed by using a low-speed scale, recording measurements automatically by the axle. In addition, information about e.g. vehicle types, axle and bogie structures and tyre combinations was compiled. Drivers were also interviewed in order to find out places of departure and destinations as well as the type of goods transported. The observational material was combined with various kinds of technical information extracted from the Finnish Vehicle Register and with the traffic volume data collected by traffic monitoring stations in the vicinity of the measurement sites.

This material was turned into a study database, which is available for further examination. The material was subject to careful quality control. This stage of reporting on the study included the structure of the database and the methods used in processing the data. The material was also used to examine e.g. the distribution of various vehicle types, distributions of axle, bogie, total and freight loads as well as distributions of equivalent standard axle loads. The results were analysed not only based on the entire material but also by the type of vehicle and goods transported. The outcome was compared with the results of the 1986 axle load study.

In addition to the basic results, the study analysed the efficiency of transport, number and volume of transports, heavy-vehicle traffic performance and total haulage as well as the prevalence of different combinations and sizes of tyres used. One key result was an estimate of equivalent axle loads specific to vehicle type, as shown in the table below:

Vehicle type	Equivalent axle load
Trucks without trailer	0,58
Trucks with semitrailer	1,48
Trucks with full trailer	2,63
Buses	0,85
Trucks without trailer + buses	0,65
Trucks with semitrailer + trucks with full trailer	2,34

AKSELIMASSATUTKIMUS 1998 - 1999

Liikenne rasittaa teiden ja siltojen rakenteita. Mitä tarkemmin yksittäisen tienkohdan kesto halutaan mallintaa, sitä yksityiskohtaisempaa tietoa sen liikenteestä ja ajoneuvojen akseli-, teli- ja kokonaismassoista tarvitaan. Yleissuunnittelussa tullaan sen sijaan toimeen, kun käytössä on ajoneuvotyypeittaiset arviot kunkin tienkohdan keskimääräisistä liikennemääristä sekä yleisarviot eri ajoneuvotyyppien keskimääräisistä akseli-, teli- ja kokonaismassoista. Tiedot keskimääräisistä liikennemääristä saadaan vuosittain yleisestä liikennelaskennasta, kun taas yleisarviot eri ajoneuvotyyppien keskimääräisistä akseli-, teli- ja kokonaismassoista perustuvat suhteellisen harvoin toistettuihin akselimassatutkimuksiin.

Tämä raportti saattaa tiedot raskaan liikenteen keskimääräisistä akseli-, teli- ja kokonaismassoista jälleen ajan tasalle. Raportti perustuu syksyn 1998 ja kevään 1999 aikana eri puolilla maata tehtyihin akselimassamittauksiin. Raportti koostuu 27 luvusta, joiden tarkoituksena on antaa peruskuvauksia tutkimuksesta ja sen keskeisistä tuloksista. Se ei tietenkään tarkoita sitä, että kaikki eri yhteyksissä tarpeellisiksi osoittautuvat näkökulmat olisivat tulleet käsitellyiksi. Tutkimuksen tavoitteena onkin ollut tuottaa perustulosten ohella laadukas ja hyvin dokumentoitu perusaineisto myöhempiä erillisselvityksiä varten. Tutkimusaineisto on saatavilla Tielaitoksen tiestötiedotyksiköstä.

Raportin sisältämät luvut on ryhmitelty seuraavasti:

I Tutkimuksen taustaa ja valmistelua

Käsitteitä ja määritelmiä

Akselimassatutkimus muiden liikennetutkimusten kentässä

Aikaisemmat akselimassatutkimukset

Akselimassojen mittauksia pohjoismaissa 1990-luvulla

Lainsäädännön kehitys

Tämänkertaisen akselimassatutkimuksen suunnittelu

II Kenttätöiden vaihe

Akselimassatutkimuksen toteutus

Punnitusvaa'an kalibrointikokeet

Tutkimuksesta tiedottaminen

III Tutkimusaineiston käsittely

Ajoneuvorekisterin tiedot

Tutkimusaineiston käsittelyn menetelmät

Tutkimustulosten yleistäminen

Akselimassatutkimuksen liikennevirrat

Tutkimustulosten tallentaminen jatkokäyttöön – tietokantakuvaukset

Tutkimuksissa mukana olleet ajoneuvot
Vertailu punnitustulosten ja omamassatietojen välillä

IV Tutkimustulokset

Ajoneuvojen tyypit ja jakaumat
Akseli- ja telimassojen jakaumat
Kuorma-autojen kokonaismassat ja lastin massat
Linja-autojen kokonaismassat ja lastin massat
Ylisuuret massat
Akseli-, teli- ja kokonaismassojen sekä kuormituskertalukujen ja ajoneuvo-
tyyppien kehitys
Kuorma-autojen massat tavaralajeittain
Kuorma-autojen kuljetukset ja suoritteet
Rengaskoot ja rengastukset.

V Ehdotuksia jatkotoimiksi

Ehdotuksia jatkotoimiksi

Osioiden III ja IV alkuun on kirjoitettu johdannot, joihin on nostettu tiivistetysti joitakin keskeisiä asioita, joita sitten vastaavissa artikkeleissa käsitellään laajemmin ja yksityiskohtaisemmin. Taulukot ja kuvat on numeroitu joka luvussa ykkösestä eteenpäin.

Tämä tutkimus on tehty usean tahon yhteistyönä. Tutkimuksen suunnittelusta ja koordinoinnista huolehti Tielaitoksen tiestötiedot-yksikössä Pekka Räty ja Jouko Kangas, kenttätöiden toteutuksesta vastasi Tuotannon konsultoinnin Oulun yksikössä Rauni Sipola ja Mika Savolainen ja tutkimusaineiston laaduntarkkailun ja analysoinnin hoiti Jorma Pursiainen Maa ja Vesi Oy:stä. Raportin osapuolet ovat kirjoittaneet yhdessä. Projektiryhmän jäsenten lisäksi tutkimukseen on osallistunut lukuisa joukko muita henkilöitä keskustelukumppaneina ja tavoitteiden asettajina, tiedonkerääjinä ja analysoijina. Haluamme kiittää kaikkia tutkimuksessa mukana olleita heidän tekemästään arvokkaasta ja ansiokkaasta työstä.

Maaliskuussa 2000

Tielaitos
Tiestötiedot

Sisältö

TUTKIMUKSEN TAUSTAA JA VALMISTELUA	11
1. Käsitteitä ja määritelmiä	13
2. Akselimassatutkimus muiden liikennetutkimusten kentässä	16
3. Aikaisemmat akselimassatutkimukset	18
4. Akselimassojen mittauksia pohjoismaissa 1990-luvulla	20
5. Lainsäädännön kehitys	23
6. Tämänkertaisen akselimassatutkimuksen suunnittelu	25
KENTTÄTÖIDEN VAIHE	31
7. Akselimassatutkimuksen toteutus	33
8. Punnitusvaa'an kalibrointikokeet	55
9. Tutkimuksesta tiedottaminen	74
TUTKIMUSAINEISTON KÄSITTELY	77
10. Ajoneuvorekisterin tiedot	80
11. Tutkimusaineiston käsittelyn menetelmät	85
12. Tutkimustulosten yleistäminen	95
13. Akselimassatutkimuksen liikennevirrat	104
14. Tutkimustulosten tallentaminen jatkokäyttöön: tietokanta-kuvaukset	122
15. Tutkimuksessa mukana olleet ajoneuvot	129
16. Vertailu punnitustulosten ja omamassatietojen välillä	134
TUTKIMUSTULOKSET	139
17. Ajoneuvojen tyypit ja jakaumat	147
18. Akseli- ja telimassojen jakaumat	152
19. Kuorma-autojen kokonaismassat ja lastin massat	179
20. Linja-autojen kokonaismassat ja lastin massat	189
21. Ylisuuret massat	194
22. Akseli-, teli- ja kokonaismassojen sekä kuormituskertalukujen ja ajoneuvotyyppien kehitys	195
23. Kuorma-autojen massat tavaralajeittain	205
24. Kuorma-autojen kuljetukset ja suoritteet	250
25. Rengaskoot ja rengastukset	263
EHDOTUKSIA JATKOTOIMENPITEIKSI	271
26. Ehdotuksia jatkotoimiksi	273

TUTKIMUKSEN TAUSTAA JA VALMISTELUA

- **Käsitteitä ja määritelmiä**
- **Akselimassatutkimus muiden liikennetutkimusten kentässä**
- **Aikaisemmat akselimassatutkimukset**
 - Akselimassatutkimuksen historiaa
 - Vuoden 1986 akselimassatutkimus
- **Akselimassojen mittauksia pohjoismaissa 1990-luvulla**
 - Suomi
 - Ruotsi
 - Tanska
 - Eesti
- **Lainsäädännön kehitys**
 - Lainsäädäntö 80-luvun puolivälissä
 - Lainsäädäntö 90-luvun lopussa
- **Tämänkertaisen akselimassatutkimuksen suunnittelu**
 - Suunnittelun tietolähteet ja tutkimukselle asetetut tavoitteet
 - Vaa'an valinta
 - Otannan suunnittelu ja tutkimuspaikkojen ennakkovalinta

1. KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

Akselimassatutkimuksella tarkoitetaan tässä otantatutkimusta, jossa ajoneuvojen todelliset massat selvitetään punnitsemalla ne akselikohtaisesti. Punnitusten ohella ajoneuvoista ja kuljetuksista voidaan kerätä myös paljon muutakin tietoa haastattelemalla, mittaamalla ja havainnoimalla. Kaikkea tätä yksittäisiin ajoneuvoihin kohdistuvaa toimintaa kutsutaan tässä raportissa yleisesti mittaukseksi.

Otantaä käytetään tutkimuksessa kolmessa eri vaiheessa: valittaessa mittausta paikkoja, valittaessa mittaajajankohdista ja valittaessa tutkittavia ajoneuvoja. Mittauspaikalla tarkoitetaan sitä tienkohtaa ja siihen kuuluvaa aluetta, jossa mittauksia tehdään, ja mittaajajankohdalla sitä aikaa, jolloin maastotyöryhmä on tekemässä mittauksia. Tässä tutkimuksessa mittausta paikat ryhmiteltiin kahteen tutkimusjaksoon, joista toisella tarkoitettiin syksyllä 1998 tehtyjä mittauksia ja toisella keväällä 1999 tehtyjä mittauksia.

Ennen varsinaisten mittausten aloittamista tutkimuksesta laaditaan suunnitelma, jonka osia ovat tutkimussuunnitelma, mittausta paikkasuunnitelma, liikenteenohjaussuunnitelma ja raportointisuunnitelma. Tutkimussuunnitelma on tutkimuksen esisuunnitelma, esiselvitys, jossa asetetaan tutkimuksen tavoitteet, sovitaan mitattavat asiat sekä selvitetään alustavasti tutkimuksen käytännön järjestelyjä. Sen oleellisena osana on otannan suunnittelu ja mittausta paikkojen ennakkovalinta. Raportointisuunnitelma eli se, mitä tutkimuksesta dokumentoidaan ja millaisiin analyysiin varaudutaan, on myös tutkimussuunnitelman osa. Mittauspaikkasuunnitelmassa puolestaan sovitaan mittauksiin liittyvät käytännön järjestelyt kuten mittausta paikkojen lopullinen valinta, milloin milläkin mittausta paikalla tehdään mittauksia ja miten mittausta paikoilla toimitaan. Liikenteenohjaussuunnitelma eli mittausta paikkojen liikennejärjestelyjen ja liikenteen ohjaamisen yksityiskohtainen suunnitelma on osa mittausta paikkasuunnitelmaa.

Mittaustulosten laajentamisessa eli yleistä misessä koskemaan koko liikennettä käytetään liikennelaskentatietoja. Tässä tutkimuksessa liikennelaskentatiedot saatiin LAM-pisteiltä, jotka ovat liikenteen automaattiseen mittausta järjestelmään kuuluvia kiinteästi tiehen asennettuja liikennelaskentalaitteita. Mittauspaikat oli valittu siten, että niiden jokaisen lähellä oli jokin LAM-piste.

Maastotyöryhmiä oli tässä tutkimuksessa kaikkiaan kaksi. Niiden peruskokoonpanoon kuului ryhmävetäjä, liikenteenohjaaja, kuljettajien haastattelijat, ajoneuvojen tekninen tarkastaja ja vaa'an tarkkailija. Vilkkaililla mittausta paikoilla maastotyöryhmiä täydennettiin lisähenkilöillä. Mittauspaikalla mitattavat ajoneuvot pysäytettiin tässä tutkimuksessa ensin haastattelupaikkaan kuljettajien haastattelua ja ajoneuvojen teknistä tarkastusta varten, minkä jälkeen ne ohjattiin punnituspaikalle punnitusta varten.

Punnitukset voidaan tehdä joko kiinteillä tai siirrettävillä vaaoilla. Sellaisia kiinteästi asennettuja vaakoja, jotka mittaavat akselimassat suoraan liikenevirrasta, sanotaan ns. WIM-vaaoiksi (WIM=weigh in motion). Toki WIM-vaaka voi olla myös siirrettävä, mutta yleensä siirrettävinä vaakoina käytetään joko ns. low speed -vaakaa, jota käytettäessä punnittava ajoneuvo ajetaan hitaasti pysäyttämättä vaa'an yli, tai ns. pyöräpainovaakaa, jossa ajoneuvo on pysäytettävä vaa'an päälle kunkin akselin punnituksen ajaksi. Tässä tutkimuksessa käytettiin ns. low speed -vaakaa.

Punnitustuloksissa on tehtävä selvä ero sen välillä, onko kyse staattisesta vai dynaamisesta massasta. Staattisella massalla tarkoitetaan sitä punnitustulosta, joka saadaan punnittaessa pysäytettynä olevaa ajoneuvoa. Dynaamisesta massaa punnittaessa ajoneuvo puolestaan liikkuu punnituksen aikana. Dynaaminen massa on suurempi kuin staattinen massa, sillä se sisältää sekä ajoneuvon staattisen massan että ajoneuvon liikkeestä aiheutuvan dynaamisen lisän. Koska tässä tutkimuksessa käytettiin ns. low speed -vaakaa, tuloksissa on kyse dynaamisista massoista. Vaa'an kalibrointitestissä kuitenkin todettiin, ettei ero staattisen ja dynaamisen punnituksen välillä tässä tapauksessa ole tilastollisesti merkitsevä.

Punnitustuloksissa on myös tarpeen erotella, onko kyse akselimassasta, telimassasta vai kokonaismassasta. Akselimassalla tarkoitetaan yksittäiselle akselille kohdistuvaa osaa ajoneuvon kokonaismassasta, telimassalla puolestaan tarkoitetaan usean akselin ryhmälle kohdistuvaa osaa kokonaismassasta ja kokonaismassalla joko ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän kaikille akseleille kohdistuvien massojen summaa. Näissä ajoneuvo voi olla kuormattu tai kuormaamaton. Kuormaamattoman ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän ajoneuvorekisteriin merkittyä kokonaismassaa sanotaan omamassaksi, mutta ajoneuvorekisteriin on myös merkitty akseli- ja telikohtaiset omamassat. Teliksi tulkittiin tässä tutkimuksessa kaikki sellaiset akseliryhmät, joissa kahden peräkkäisen akselin väli oli enintään 1,8 metriä.

Ajoneuvo on tieliikennelaissa olevan määritelmän mukaan maalla kulkemaan tarkoitettu laite, joka ei kulje kiskoilla. Tässä tutkimuksessa ajoneuvoja olivat kuorma-autot, linja-autot ja perävaunut. Kuorma-auto on tavaran kuljetukseen tarkoitettu auto, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 3,5 tonnia, mutta tässä tutkimuksessa kuorma-autolla tarkoitettiin myös kuorma-auton ja perävaunun yhdistelmää. Ajoneuvoyhdistelmän ensimmäistä osaa sanottiin tässä tutkimuksessa puolestaan vetoautoksi. Linja-auto on henkilöiden kuljetukseen tarkoitettu auto, jossa on kuljettajan lisäksi tilaa useammalle kuin kahdeksalle henkilölle. Perävaunut ovat hinattavaksi rakennettuja ajoneuvoja; ne eivät kulje omalla käyttövoimalla ja ne on suunniteltu moottoriajoneuvon vedettäväksi. Tässä tutkimuksessa perävaunut olivat puoliperävaunuja, varsinaisia perävaunuja, keskiakselivaunuja tai apuvaunuja. Puoliperävaunut kytketään puoliperävaunun vetoautoon tai apuvaunuun, joihin ne aiheuttavat huomattavan kohtisuoran voiman. Varsinaisissa perävaunuissa on vähintään kaksi akselia, ja etuakselistoa ohjaava vetolaite on nivelöity pystysuunnassa liikkuvaksi perävaunuun nähden siten, että se ei välitä merkittäviä pystysuuntaisia voimia vetävään ajoneuvoon. Keskiakselivaunuja

pidetään varsinaisten perävaunujen erikoistapauksina, joissa akselit on sijoitettu perävaunun keskelle. Apuvaunut ovat puolestaan puoliperävaunujen erikoistapauksia.

Ajoneuvoyhdistelmien erikoistapauksena on moduulirekka, joka tässä tutkimuksessa samaistettiin varsinaisiin perävaunuyhdistelmiin. Moduulirekka on enintään 25,25 metriä pitkä yhdistelmä, joka voidaan koota kolmella eri tavalla: tavallinen moduuli koostuu vetoautosta ja normaalia pidemmästä varsinaisesta perävaunusta, tyyppin 1 moduulissa on puoliperävaunuyhdistelmän perään kytketty keskiakselivaunu ja tyyppin 2 moduulissa on kuorma-auton perään kytketty puoliperävaunu apuvaunun avulla.

2. AKSELIMASSATUTKIMUS MUIDEN LIIKENNETUTKIMUSTEN KENTÄSSÄ

Tielaitos kerää jatkuvasti tilastotietoa yleisten teiden keskimääräisistä liikennemääristä ja liikennesuoritteista. Tietojen keruussa on kaksi eri toimintatapaa:

- Liikennelaskennoissa tienvarteen asennetaan joko siirrettävä (YL) tai kiinteä (LAM) laskentalaitte, joiden keräämien tietojen avulla saadaan arvio kyseisen tienkohdan keskimääräisistä liikennemääristä.
- Määräpaikkatutkimuksissa tienvarressa tehdään liikennelaskentojen ohella myös tienkäyttäjien haastatteluja, jolloin keskimääräisten liikennemäärien lisäksi saadaan arvio myös liikenteen suuntautumisesta ja syistä sekä ajoneuvojen henkilökuormituksesta.

Ajantasaisia tietoja keskimääräisistä liikennemääristä on saatavilla ajoneuvolajeittain (vähintään ryhmittely HA+PA, KAIP+LA, KAPP+KAVP) kaikista yleisen tieverkon poikkileikkauksista. Määräpaikkatutkimuksia on sen sijaan tehty vain valikoiduissa kohteissa, mutta niitä täydentämässä on melkoinen joukko useista eri lähteistä saatuja aineistoja ja malleja, jotka kuvaavat kuntien välisiä liikennevirtoja ja niiden sijoittumista tieverkolle. Tällaisia ovat mm.

- henkilöliikenteen valtakunnallinen virtamalli 1992 (6 kulkutapaa, hlö/vrk)
- tieliikenteen tavarankuljetustilastojen yhdistelmä 1998 (42 tavaralajia, 10 pääryhmää, 1000 tn/v, ajon./v, myös ajoneuvolajeittain KAIP, KAPP, KAVP)
- nestemäisten polttoaineiden kuljetukset 1995 (4 pääryhmää, 1000 tn/v)
- vaarallisten aineiden kuljetukset 1997 (8 pääryhmää, tn/v)
- kolmen suurimman puunjalostusyrityksen raakapuukuljetukset 1996 (1000 tn/v).

Määräpaikkatutkimukset on muutamaa rajaliikenteen tutkimusta lukuun ottamatta (Vaalimaa, Nuijamaa, Pelkola 1995 ja 1998, Niirala 1999) yleensä suunniteltu lähinnä henkilöautoliikenteen näkökulmasta: linja-autoja ei poimita haastatteluihin juuri lainkaan ja kuorma-autoistakin – sitten kuin niitä sattuu mukaan otokseen – tallennetaan suunnittelun kannalta hyvin karkean tason tietoa. Esimerkiksi kuljetetusta tavarasta ei määräpaikkatutkimuksissa yleensä kerätä mitään tietoa.

Määräpaikkatutkimusten tulosten asemesta tavaraliikenteen tärkeimmäksi aineistoksi onkin tullut Tilastokeskuksen keräämä tieliikenteen tavarankuljetustilastojen perusaineisto ja usean vuoden perusaineistojen yhdistelmä. Aineisto on saatu poimimalla vuosittain otos Suomen kuorma-autokannasta ja pyytämällä ajoneuvojen kuljettajia pitämään matkapäiväkirjaa kahden ennalta määrätyn vuorokauden kaikista matkoista. Jokaisesta otokseen sattuneesta matkasta on kysytty kattavat tiedot itse ajoneuvosta, matkan lähtö- ja määräpaikasta, kuljetetusta tavarasta sekä

sen massasta suurimmillaan. Saadut tiedot on tilastollisin menetelmien yleistetty koskemaan koko kuorma-autokantaa ja koko tarkasteluvuotta.

Tavarankuljetustilaston perusaineistoon on saatu kuljettajan oma arvio kuljetetun tavarankokonaismassasta. Se ei kuitenkaan riitä vaan tietoa tarvitaan myös todellisista kokonaismassoista samoin kuin akseli- ja telimassoista. Sitä varten Tielaitos tekee silloin tällöin erityisiä raskaan liikenteen määräpaikkatutkimuksia, akselimassatutkimuksia, joissa tienvarressa selvitetään kuorma- ja linja-autojen lähtö- ja määräpaikat, lähtö- ja määräpaikkojen tyypit, autojen tyypit ja tekniset rakenteet (hyvin yksityiskohtaisesti) ja kuljetetut tavaralajit sekä punnitaan ajoneuvot akseli akseli. Saadut tiedot yleistetään tilastollisin menetelmin koskemaan koko raskasta liikennettä.

3. AIKAISEMMAT AKSELIMASSATUTKIMUKSET

Akselimassatutkimusten historiaa

Tielaitos on tehnyt raskaaseen liikenteeseen kohdistuneita akselimassatutkimuksia aikaisemmin vuosina 1962, 1963, 1966, 1971, 1974, 1976, 1982, 1984 ja 1986. Näiden tutkimusten tavoitteena on ollut selvittää kuorma-autojen keskimääräiset akseli-, teli ja kokonaismassat sekä kuormien massat.

Valtakunnallisia akselimassatutkimuksia ovat olleet ainakin vuosien 1976 ja 1986 akselimassatutkimukset. Vuonna 1976 punnittiin pääteiden varsilla 24000 kuorma-autoa ja vuonna 1986 kaikkiaan 32000. Vuonna 1982 punnittiin pientieverkolla vajaa 2 000 kuorma-autoa ja vuonna 1984 punnittiin Tielaitoksen eri tarkoituksiin (esimerkiksi betonipäällysteiden testaamiseen) rakentamilla koetieosuuksilla 4500 kuorma-autoa. Kahdessa viimeisessä tutkimuksissa todettiin, että vuoteen 1976 verrattuina kuorma-autojen kokonaismassat olivat suurentuneet 10-15 %.

1990-luvun alussa kokeiltiin yleisillä teillä automaattisten akselimassavaakojen käyttöä kaikkiaan 12 eri kohdassa, mutta ne eivät pysyneet käyttökunnossa eikä niillä saatu luotettavia mittaustuloksia.

Vuoden 1986 akselimassatutkimus

Vuoden 1986 akselimassatutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tieverkkoon liittyvää tietoa kuorma-autojen painoista. Pienehkö punnituspaikkojen joukko ja teillä kuljetettavien eri tavaralajien kausivaihtelu asettivat kuitenkin merkittäviä reunaehtoja tavoitteenasettelulle, minkä vuoksi päädyttiin seuraaviin eriteltyihin tavoitteisiin:

- Hankittiin lähtötietoja liikennepoliittisen suunnittelun tueksi.
- Selvitettiin valta- ja kantateillä kuorma-autoliikenteen akseli-, teli- ja kokonaismassat, niitten jakautumat sekä kehitys aiempiin tutkimuksiin verrattuna. Seudullisilla teillä punnittiin kuorma-autoja viidessä vuoden 1982 akselimassatutkimuksen paikassa, jotta voitiin selvittää, oliko neljässä vuodessa tapahtunut merkittäviä muutoksia. Muutoin ei alemman asteisella tieverkolla tehty punnituksia, koska vuonna 1982 pientieverkolla suoritetun akselimassatutkimuksen tulosten uskottiin olevan edelleen riittävän käyttökelpoisia.
- Selvitettiin, missä määrin 10 tonnin akselimassaa ja 16 tonnin telimassaa ylitettiin ja minkä tavaran kuljettamiseen ylitykset kohdistuivat.
- Hankittiin lähtötietoja teiden rakenteellista mitoitusta varten.

- Hankittiin vertailutietoa, jonka avulla voitiin arvioida, kuinka tarkkoja tuloksia vuoden 1985 tavarankuljetustilaston liikenne- ja tavaravirta-aineistojen sijoittelu tieverkolle antoi.

Tutkimusmenetelmäksi valittiin kuorma-autojen punnitseminen pyöräpainovaaioilla tien päällä. Kenttätöitä vaativat paljon henkilökuntaa ja olivat näin ollen suhteellisen kalliita, minkä takia päivittäinen punnitusaike, punnituspaikkojen lukumäärä ja punnitusten toisto eri vuodenaikoina oli pidettävä kohtuullisena.

Tutkimuksessa punnittiin kaikkiaan 32000 kuorma-autoa talven, kevään ja syksyn 1986 aikana. Punnitusta tehtiin 60 punnituspaikalla pääosin valta- ja kantateillä ja osin seudullisilla teillä. Keskeisimmät tulokset olivat:

- Autot, joilla oli ylisuuri massa, aiheuttivat merkittävän osan tien rakenteiden rasituksista. Kokonaismassaltaan 48 tonnia suurempien kuorma-autojen vaikutus tien rakenteiden rasitukseen oli 54 % kaikkien kuorma-autojen vaikutuksesta, vaikka niiden osuus lukumäärästä oli vain 12 %.
- Kuorma-autojen keskimääräiset kokonaismassat olivat pysyneet suunnilleen samalla tasolla sitten vuoden 1984.
- Painavimmat kuorma-autot olivat hakkeen, tukki- ja kuitupuun sekä turpeen kuljetuksissa käytettyjä ajoneuvoyhdistelmiä.
- Tilavuuspainoperusteiset kuljetukset olivat massoiltaan keskimäärin selvästi suurempia kuin painoperusteiset kuljetukset.
- Kuormien massat olivat keskimäärin suurempia talvella ja pienempiä keväällä ja kesällä. Syksyllä kuormien keskimassa oli selvästi suurempi kuin keväällä ja vähän pienempi kuin talvella.
- Vuorokaudenajalla ei ollut merkittävää vaikutusta kuljetusten massoihin.

4. AKSELIMASSOJEN MITTAUKSIA POHJOISMAISSA 1990-LUVULLA

Suomi

Vuoden 1986 akselimassatutkimuksen jälkeen Suomessa ajateltiin, että otantaan perustuvien siirrettävillä vaailla tehtävien tutkimusten sijaan tieverkon kuormituskertymästä ja sen vaihtelusta on saatava jatkuvaa tietoa. Niinpä päätieverkolle eri puolille maata rakennettiin 12 automaattista vaakasemaa, jotka mittasivat akselimassoja suoraan liikennevirrasta (WIM, weigh in motion). Vaaka-asemat pyrittiin sijoittamaan liikenteellisesti edustaviin paikkoihin ja aina jonkin LAM-pisteen tuntumaan, jotta saadut punnitustulokset olisi voitu yleistää LAM-pisteistä kertyvän liikennemäärätiedon avulla koskemaan koko pääteiden liikennettä. Käsittelyn helpottamiseksi punnitustiedot siirrettiin LAM-pisteiltä tulevien tietojen tapaan automaattisesti osaksi LAM-tietokantaa ja ne liitettiin rinnalla olleen LAM-pisteen tietoihin.

Valitettavasti hankitut vaa'at eivät kestäneet Suomen ilmastoa. Vaikka vaa-kojen rakentamisessa olikin yritetty ottaa huomioon maan routiminen, vaa-kaelementit eivät tahtoneet pysyä paikoillaan vaan routa nosti ja laski niitä suhteessa tien pintaan. Tällöin vaa'an väärä asento vaikutti sekä mittaustuloksiin että lopulta myös liikenneturvallisuuteen. Roudan lisäksi myös teiden suolaus vioitti vaa-kojen elektroniikkaa ja syövytti niiden rakenteita, jolloin ongelmia oli mm. liittimien ja vaakalevyjen kiinnitysten kanssa. Vaikka vaa'at sinänsä olisivatkin toimineet hyvin, varsin pian kuitenkin huomattiin, että tien epätasaisuudet saavat liikkuvat ajoneuvot heijaaaviin liikkeisiin, jotka aiheuttavat punnituksiin omat mittauspaikekokohtaiset ja autokohtaiset dynaamiset lisänsä. Kun autoilijat vielä saattoivat nähdä vaa'an tarkan paikan, he kykenivät itse vaikuttamaan mittaustuloksiin joko kiihdyttämällä tai jarruttamalla auton vauhtia mittaushetkellä.

Edellä mainittujen ongelmien takia asennetut vaa'at jouduttiin purkamaan yksi toisensa jälkeen. Tämä kokeilu aiheutti kuitenkin sen, että otoksiin perustuva akselimassatutkimus lykkääntyi aina 90-luvun loppuun saakka, vaikka joidenkin asiantuntijoiden mielestä tiedot akselimassoista pitäisi saattaa ajan tasalle vähintään viiden vuoden välein.

WIM-vaakoja ja niiden avulla tehtäviä punnituksia ei ole Suomessa kuitenkaan kokonaan unohdettu. Kaakkois-Suomen tiepiiri testaa parhaillaan lappeenrantalaisen Omni Weight Control Ltd:n kehittämää maantievaakaa. Tämä OWC:n vaaka poikkeaa 90-luvun alussa käytetyistä vaa'oista siinä, että se on sijoitettu täysin asfaltin sisään, joten tien routiminen, suolaus ja autoilijat eivät vaikuta vaa'an toimintaan ja mittaustuloksiin. Lisäksi vaa'assa käytetään ns. neuroverkkotekniikkaa, jolloin vaaka voidaan opettaa tunnistamaan tien epätasaisuuksien vaikutukset punnitustuloksiin.

Ruotsi

Ruotsissa Luulajassa on parhaillaan käynnissä Euroopan Unionin rahoittama tutkimus (COST 323), jossa testataan samanaikaisesti useita erityyppisiä ja eri valmistajien WIM-vaakoja. Testi ei anna varsinaisesti tietoa akselipai-

noista vaan eri vaaista. Testi on ollut käynnissä muutaman vuoden ja sen loppuraportti valmistunee lähiaikoina.

Luulajan kokeilun lisäksi ruotsalaiset testaavat parhaillaan yhtä siltaan asennettua laitteistoa Borlängen lähellä. Kyseessä on Sandöbrun painorajoitettu silta, jossa sillan kannalta liian raskasta liikennettä ohjataan vaihtoehtoiselle reitille muuttuvien opasteiden avulla.

Akselimassoja on Ruotsissa viimeksi tutkittu laajemmin 80-luvun lopussa, jolloin tulokset perustuivat 11 eri puolille Ruotsia asennettuun dynaamiseen automaattivaakaan. Näistä 5 sijaitsi eurooppateillä, 5 muilla pääteillä ja 1 alemman luokan tiellä. 11 vaa'an ei kuitenkaan katsottu riittävän edustamaan koko yleisten teiden verkkoa. Lisäksi dynaamiseen punnitukseen ja vaakojen toimivuuteen liittyi paljon teknisiä ongelmia. Yleisenä tuloksena kuitenkin saatiin, että kuorma-auton keskimääräinen akselimassa oli 80-luvun lopussa yhä samat 5,5 – 5,7 tonnia kuten 60- ja 70-luvuilla. Kaikista kuorma-autojen akseleista 1 – 2 prosentilla oli yli 10 tonnin massa. Perävau-
nuttomien kuorma-autojen ja linja-autojen kuormituskertaluvuksi saatiin 0,51 ja perävau-
nuttomien 1,71.

Tanska

Tanskalaiset ovat 90-luvulla keskittyneet kiinteiden automaattivaakojen käyttöön. Tällä hetkellä käytössä on 8 piezo-kaapelivaakaa, joista 4 sijaitsee moottoriteillä, 2 tavallisilla 2-kaistaisilla teillä ja 2 taajama-alueilla. Vuonna 1999 vaaoilta saatiin seuraavanlaiset tulokset:

Taulukko 1. Keskimääräiset kuormituskertaluvut autotyypeittäin ja tietyypeittäin Tanskassa vuonna 1999.

Tietyyppi	KAIP	KAPP	KAVP	LA	Kaikki
Moottoritiet	0.26	1,38	1.21	0.61	0,94
Tavalliset 2-kaistaiset maantiet	0.39	1.51	1.21	0.52	0.85
Taajama- tiet	0.27	0.90	0.51	0.42	0.36

Taulukosta 1 voi nähdä, että keskimääräinen kuormituskertaluku riippuu tien tyypistä, mutta Suomessa nyt tehdyssä akselimassatutkimuksessa on sen sijaan oletettu, että päätieverkolla tehdyt havainnot kuormituksista voidaan yleistää koko tieverkolle. Tanskalaiset käyttävät kuormituskertalukuja laskiessaan yksinkertaisempia funktioita kuin mitä Suomessa nyt on käytetty; tanskalaiset käsittelevät laskelmissaan jokaisen akselin erillisenä kun Suomessa yksittäisille akseleille ja teleille on omat laskukaavat. Lisäksi tanskalaiset ottavat kuormituskertalukuja laskiessaan huomioon leveät yksittäisrenkaat tietyypeittäin asetettujen korjauskertomien avulla (taulukko 2), mutta Suomessa leveiden yksittäisrenkaiden vaikutukset on otettu ainakin osittain huomioon suoraan laskukaavoissa.

Taulukko 2. Tanskalaisten kuormituskertalukujen korjauskertoimet, joilla otetaan huomioon leveitten yksittäisrenkaiden osuus.

Tietyyppi	Korjauskerroin
Moottoritiet	1.5
Tavalliset 2-kaistaiset tiet	1.3
Taajamatiet	1.0...1.2

Eesti

Eestissä on tällä hetkellä kokeiltavana 1 automaattinen piezo-kaapelivaaka. Se sijaitsee Tallinnan ja Tarton välisellä tiellä ja punnitsee Tallinnan suuntaan tulevaa liikennettä.

5. LAINSÄÄDÄNNÖN KEHITYS

Tässä luvussa käydään tiivistetysti läpi pääkohdat siitä, miten lainsäädännössä on rajoitettu raskaan liikenteen suurimpia akseli-, teli- ja kokonaismassoja 1980- ja 1990-luvuilla.

Lainsäädäntö 80-luvun puolivälissä

Seuraavat rajoitukset olivat voimassa 80-luvun puolivälissä. Ne olivat pääosin peräisin 70-luvun puolivälistä, mutta niitä oli täsmennetty 80-luvun alku-puolella.

Akselimassat:

- mikä tahansa akseli: 10 t.

Telimassat:

- 2-akselinen teli: 16 t
- 3-akselinen teli: 22 t.

Kokonaismassat:

Ilman perävaunua olevat kuorma-autot:

- 2-akselinen: 16 t
- 3-akselinen: 22 t
- 4-akselinen: 28 t.

Ajoneuvoyhdistelmät:

- ajoneuvoyhdistelmä: 48 t.

Lainsäädäntö 90-luvun lopussa

Seuraavat rajoitukset ovat olleet voimassa pääosin vuodesta 1990, mutta niitä on täsmennetty vuosina 1993 ja 1997.

Akselimassat:

- vetävä akseli: 11,5 t
- muu akseli: 10 t.

Telimassat:

- 2-akselinen teli: 18 t, ilmajousitus tai harmoninen jousitus 19 t
- 3-akselinen teli: 25 t, ilmajousitus tai harmoninen jousitus 26 t.

Kokonaismassat:

Ilman perävaunua olevat kuorma-autot:

- 2-akselia: 18 t
- 3-akselia: 25 t, ilmajousitus tai harmoninen jousitus 26 t
- 4-akselia: 32 t
- 5-akselia: 38 t.

Kuorma-autot, joissa on puoliperävaunu:

- 3-akselia: 28 t (18 t + 10 t)
- 4-akselia: 38 t (kaksi 10 t:n akselia + yksi 18 t:n teli)
- 5-akselia: 42 t
- 6-akselia tai enemmän: 48 t.

Kuorma-autot, joissa on varsinainen perävaunu:

- 4-akselia: 36 t
- 5-akselia: 44 t
- 6-akselia: 53 t
- 7-akselia tai enemmän: 60 t
- vetoauto+keskiakseliperävaunu: 44 t.

Vuonna 1997 otettiin käyttöön ns. moduulirekat eli ajoneuvoyhdistelmän enimmäispituudeksi sallittiin 25,25 m. Tällainen yhdistelmä voidaan koota usealla eri tavalla:

- varsinainen moduuli: tavallinen kuorma-auto, jossa on pidennetty varsinainen perävaunu
- tyypin 1 moduuli: kuorma-auto, jossa on puoliperävaunu ja sen perään kytketty keskiakselivaunu (varsinainen perävaunu)
- tyypin 2 moduuli: kuorma-auto, jonka perään on kytketty puoliperävaunu ns. apuvaunun eli dollin avulla.

6. TÄMÄNKERTAISEN AKSELIMASSATUTKIMUKSEN SUUNNITTELU

Nyt käsillä olevan akselimassatutkimuksen suunnitelma laadittiin jo vuonna 1996. Tällöin suunnittelutyössä keskityttiin viiteen eri asiaan: tutkimuksessa kerättävien tietojen määrittelyyn, otoksen suunnitteluun, kenttätöiden alustavaan suunnitteluun ja tarjolla olleiden vaakojen vertailuun sekä tietenkin kustannusarvion laadintaan. Kun tutkimuksen toteuttamisesta sitten vuoden 1998 keväällä tehtiin päätös, keskusteltiin lähinnä työn käytännön järjestelyistä ja tiedottamisesta.

Suunnittelun tietolähteet ja tutkimukselle asetetut tavoitteet

Tutkimuksessa kerättävän tiedon määrittely sekä analyysin suunnittelu perustuivat pitkälti useiden asiantuntijatahojen haastatteluihin. Näitä olivat mm.

- Liikenneministeriö (ajoneuvotekniikka, kuljetustoiminnan kilpailu)
- Liikkuva Poliisi (ylipainojen valvonta)
- Tilastokeskus (tavarankuljetusten tilastointi)
- Tielaitos (ajoneuvotekniikka, tierakenteiden ja siltojen suunnittelu, tienpidon suunnittelu, aikaisemmat tutkimukset).

Haastattelujen perusteella päädyttiin keräämään akselimassojen lisäksi varsin yksityiskohtaista tietoa mm. akselijärjestyksistä, akseli- ja telirakenteista, jousituksista sekä rengastuksista samoin kuin kuljetusten lähtö- ja määräpaikoista ja kuljetetusta tavarasta. Tutkimus päätettiin tehdä siten, että sen tulokset voitaisiin kytkeä sekä vuoden 1986 akselimassatutkimukseen että Tilastokeskuksen laatimaan Tieliikenteen tavarankuljetustilastoon. Lisäksi kerättävään aineistoon piti voida liittää ajoneuvorekisteristä sellaisia ajoneuvojen teknisiä tietoja, joita ei voitu saada mittauspaikeilla tien varressa.

Tutkimuksen raportointia ei kuitenkaan suunniteltu kovin tarkasti vaan siinä tyydyttiin viittaamaan vuoden 1986 tutkimuksen raporttiin. Vähitellen raportoinnin sisältö kuitenkin kiteytyi kahteen tavoitteeseen:

- muodostaa myöhempiä selvityksiä varten laadukas tutkimusaineisto, joka on kuvattu hyvin ja jonka laaduntarkkailu ja laajennus on tehty huolellisesti
- raportoida kerätystä aineistosta perusasiat, kuten akseli-, teli- ja kokonaispainojen sekä kuormitusekvivalenssien jakaumat eri tavoin ryhmiteltyinä sekä erilaisten ajoneuvojen, akselien, telien ja rengastusten kokonaismäärät ja suhteelliset osuudet.

Vaa'an valinta

Tutkimus päätettiin tehdä otantatutkimuksena siirrettävän vaa'an avulla. Esiselvitysvaiheessa tarjolla olevia vaakoja verrattiin toisiinsa, jolloin tarkemmin keskityttiin kolmeen eri vaihtoehtoon:

- vuoden 1986 tutkimuksen pyöräpainovaa'at (saksalainen PAT)
- saksalaisen PATin low speed –tyyppinen vaaka
- ranskalais-amerikkalaisen ECM:n low speed –tyyppinen vaaka.

Vaikka pyöräpainovaa'aoilla olisikin saatu dynaamisten akselimassojen sijasta tiedot staattisista massoista (tavoiteltu asia), niiden käytöstä luovuttiin, koska maastotyö olisi sujunut liian hitaasti ja vaatinut runsaasti henkilöstöä. Pyöräpainovaa'akoja käytettäessä ajoneuvot olisi nimittäin pitänyt pysäyttää akseli akselilta tarkasti vaakalevyjen päälle, ja vaikka vaakalevyjä olisikin ollut käytössä samanaikaisesti useita, niitä olisi pitänyt siirrellä jatkuvasti. Maastotyön ei katsottu nopeutuvan riittävästi myöskään siinä tapauksessa, että kaksi vaakalevyä olisikin kytketty yhteen (tämä on nykytekniikalla mahdollista), jolloin levyjen sijoittuminen pyörän alle ei olisi ollut niin tarkkaa. Vuodelta 1986 peräisin olleet vaakalevyt sen sijaan olisivat yhä olleet käyttökelpoisia, mutta ne olisi pitänyt tarkistaa ja kalibroida ja niiden elektroniikka uusia.

Lopullinen tarjouskilpailu käytiin kahden low speed –tyyppisen vaa'an välillä. Low speed –vaaka punnitsee ajoneuvon akseli kerrallaan, kun ajoneuvo ajetaan hitaasti vaa'an yli, ja tiedot akselimassoista ja kokonaismassoista tallentuvat automaattisesti. Kyseessä on dynaaminen massa. Tarjouskilpailun voitti ECM, mutta kun tutkimuksen kenttätöitä lopulta alettiin valmistella, kävi ilmi, että ECM:n vaakaa ei ollut enää saatavilla. Niinpä tutkimukseen valittiin lopulta saksalainen PAT-vaaka, joka oli ominaisuuksiltaan hyvin samanlainen kuin ECM:n vaaka.

Otannan suunnittelu ja tutkimuspaikkojen ennakkovalinta

Tutkimuksessa kerättävien tietojen piti antaa edustava kuva valta-, kanta- ja seututeiden liikenteestä. Käytännössä kuitenkin todettiin, että punnitukset oli järkevintä tehdä pääteillä LAM-pisteiden lähetyvillä, jolloin otantamalli piti suunnitella sellaiseksi, että mittaustulosten yleistäminen pääteitä laajemmalle tieverkolle olisi onnistunut sen kautta. LAM-pisteitä tarvittiin paitsi otoksen laajentamiseen myös sen arvioimiseen, pysyikö liikenne normaalina tutkimuksen aikana. Analyysivaiheessa yleistäminen kuitenkin tehtiin koko tieverkolle LAM-pisteiden ja Tieliikenteen tavarankuljetustilaston avulla käyttämättä alkuperäistä otantamallia.

Otoskokoa määritettäessä käytettiin ns. ositettua PPS-menetelmää. (ks. s. 29). Siinä jokainen perusjoukon alkio on mahdollista poimia otokseen alkion merkityksen suhteessa koko perusjoukkoon sovitetulla todennäköisyydellä (PPS, probability proportional to size), mikä otetaan huomioon otoksesta johdettavia estimaatteja laskettaessa.

Otannan ideana oli löytää riittävä määrä punnituspaikkoja, jotta niistä saatujen liikennemäärätietojen perusteella raskaan liikenteen suorite olisi voitu estimoida halutulla tarkkuudella (Etelä- ja Keski-Suomessa 95 %:n todennäköisyydellä ± 5 %:n tarkkuudella ja Pohjois-Suomessa erilaisten liikenteellisten olojen ja verkon pituuden takia ± 15 %:n tarkkuudella). Otospisteiden määrän perusteeksi valittiin nimenomaan suorite sillä sen katsottiin olevan perussuure, jota vasten kaikkien muiden suureiden pitää täsmätä. Niinpä otannassa käytettiin suhteuttavana tekijänä yleisestä liikennelaskennasta saatua estimaattia mahdollisen mittauspalkan raskaan liikenteen suoritteesta suhteessa koko verkolla syntyvään raskaan liikenteen suoritteeseen. Sitä verrattiin tuoreeseen LAM-pisteeltä saatuun arvioon kyseisen mittauspalkan suoritteesta.

Otanta varten maa jaettiin kolmeen suuralueeseen (ositteeseen):

- Etelä-Suomi: Uudenmaan, Turun, Hämeen ja Kaakkois-Suomen tiepiirit
- Keski-Suomi: Savo-Karjalan, Keski-Suomen ja Vaasan tiepiirit
- Pohjois-Suomi: Oulun ja Lapin tiepiirit.

Perusjoukkona käytettiin kaikkia liittymävälejä, mutta käytännössä otos valittiin LAM-pisteistä, jotka täyttivät seuraavat kriteerit:

- jokaisen LAM-pisteen lähellä piti olla punnitukseen sopiva levähdysalue, pysäköintialue tai levike
- mittauspakoja piti olla tasaisesti pitkin päätieverkkoa
- kaikilla tärkeimmillä yhteysväleillä piti olla mittauspakoja
- peräkkäisillä liittymäväleillä ei saanut olla mittauspakoja muutoin kuin siinä tapauksessa, että niiden välissä oli suuri kaupunki
- mittauspakoja ei valittu kaupunkien sisältä tai niiden välittömästä läheisyydestä
- mittauspakoja ei ollut mahdollista kiertää mitään järkevää reittiä pitkin
- mittauspakoilla piti olla riittävästi raskasta liikennettä ($KVL_{raskaat} > 288$, tarkemmat rajat asetettiin suuralueittain ja autotyypeittäin)
- punnitukset pyrittiin tekemään mahdollisuuksien mukaan samoilla paikoilla kuin vuonna 1986 (toteutui lopulta 31 tapauksessa 48:stä).

Käytännössä tarvittavien mittauspakojen määrä simuloitiin alueittain siten, että jokaiselta suuralueelta valittiin umpimähkään 2, 3, 4, ..., 30 kriteerit täyttävän LAM-pisteen otoksia 10 kappaletta kutakin ja jokaisesta otoksesta estimoitiin alueen raskaan liikenteen suoriteen kokonaismäärä ja sen

varianssi. Jokaista otoskokoa vastaavasta 10 otoksesta laskettiin kokonaissuoritteesta ja varianssista keskiarvot ja tulokset esitettiin graafisesti otoskoon funktiona. Lopulliseksi otoskooksi valittiin se otospisteiden määrä, josta lähtien vastaavat estimaattien keskiarvot vakiintuivat.

Otospisteiden määrä asettui seuraavanlaiseksi:

- Etelä-Suomi: 18, joista 4 yöpistettä
- Keski-Suomi: 13, joista 3 yöpistettä
- Pohjois-Suomi: 14, joista 3 yöpistettä

eli kaiken kaikkiaan päädyttiin 45 punnituspaikkaan. Näitä täydennettiin myöhemmin 3 pisteellä: 2 Keski-Suomen alueelta ja 1 Pohjois-Suomen alueelta.

Kaikilla mittauspaikoilla päätettiin tehdä punnituksia kaikkiaan 8 tehokasta työtuntia. Jotta mittautuloksiin olisi tällöin saatu riittävästi vuorokauden sisäistä vaihtelua, kaikkiaan 11 mittauspaikkaa määritettiin ns. yöpisteiksi.

Koska tutkimuksen kustannukset haluttiin pitää kohtuullisina, päätettiin kussakin mittauspaikassa tarkastella vain toista ajosuuntaa, vaikka harkittavana oli myös sellaiset vaihtoehdot, että ajoneuvoja olisi poimittu mittauspaikalle molemmista suunnista tai että mittaussuuntaa olisi vaihdettu 4 työtunnin jälkeen. Näistä viimeksi mainituista kuitenkin luovuttiin, sillä kaluston siirtäminen tai liikenteen ohjauksen muuttaminen koettiin hankalaksi. Mittaussuunta periaatteessa arvottiin, mutta käytännössä pyrittiin siihen, että peräkkäisissä mittauspaikoissa tutkimussuunnat olisivat vuorotelleet. Lisäksi jos liikenteen tiedettiin olevan hyvin suuntautunutta siten, että toiseen ajosuuntaan kulki lähinnä tyhjiä ajoneuvoja ja toiseen kuormattuja, otoksen vääristymänkin uhalla koetettiin motivaatiosyistä mittaussuunnaksi valita kuormattujen ajoneuvojen suunta.

Mittauspaikkojen tarkistukset, mittausohjelman tarkempi suunnittelu sekä mittauspaikoilla tapahtuvan toiminnan ja liikenteenohjauksen suunnittelu jätettiin Tuotannon konsultoinnin huoleksi. Viimeistelyvaiheessa suunnitelmaan tuli vielä joitakin muutoksia ja täsmennyksiä. Alkuperäisessä suunnitelmassa arvioitiin, että aineistoa olisi saatu seuraavasti:

• KAIP	1 020 kpl
• KAPP	400 kpl
• KAVP	1 700 kpl
• LA	520 kpl
• autoja yhteensä	3 640 kpl
• perävaunuja yhteensä	2 100 kpl
• ajoneuvoja yhteensä	5 740 kpl.

Viite

Pekka Rätty ja Pekka Leviäkangas: Estimating Vehicle Kilometres of Travel Using PPS Sampling Method, Journal of Transportation Engineering, January/February 1999

KENTTÄTÖIDEN VAIHE

- **Akselimassatutkimuksen toteutus**

Mittausajankohdat

Mittauspaikkasuunnitelman laatiminen ja maastotyön
organisointi

Tutkimushenkilökunnan kouluttaminen

- **Maastotyövaihe**

Toimenpiteet mittauspaikalla ennen mittausten aloittamista

Toiminta mittauspaikalla

Tutkimuksessa käytössä olleet laitteet ja välineet

Vaa'an toimintavarmuuden seuranta

Tietojen tallennus

Tutkimuksesta tehdyt asiakirjat

Opetukset jälkipolville

- **Punnitusvaa'an kalibrointikokeet**

Koejärjestelyt

- **Ensimmäisen punnitustestin suoritus**

Kuorman ja punnitussarjan vaikutus

Telin vaikutus

Nopeuden vaikutus

Etäisyyden vaikutus

Ajosuunnan vaikutus

Ajouran vaikutus

Ensimmäisen punnituskokeen lopputulokset

- **Toisen punnitustestin suoritus**

Vaa'an alustan vaikutus

Telin vaikutus

Ajouran vaikutus

- **Punnitussarjojen tarkastelua**

- **Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet**

- **Tutkimuksesta tiedottaminen**

7. AKSELIMASSATUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Mittausajankohdat

Tutkimuksen maastotyöt tilattiin tuotannon konsultoinnin Oulun yksiköltä.

Konsultointi laati tutkimussuunnitelman ja toimintasuunnitelman perusteella mittauspaikkasuunnitelman ja liikenteenohjaussuunnitelman.

Akselimassatutkimus käynnistyi 15.9.1998, ja se tehtiin kahdessa tutkimusjaksossa: 15.9 - 3.12.1998, jolloin mittauksia oli 36 päivänä, ja 23.3 - 22.4.1999, jolloin mittauksia oli 9 päivänä siten, että pääsiäisen vuoksi tutkimuksia ei tehty viikoilla 13 ja 14. Alkuperäistä mittausohjelmaa täydentävät mittaukset tehtiin 27. ja 28.4. sekä 25.5. Päivämittaukset alkoivat klo 7 tai klo 9 ja kestivät 8 tuntia ja yömittaukset alkoivat klo 15 ja kestivät niin ikään 8 tuntia.

Mittauspaikkasuunnitelman laatiminen ja maastotyön organisointi

Mittauspaikkasuunnitelman laatiminen aloitettiin otannassa poimittujen 45 LAM-pisteen osoitetiedoista. LAM-pisteiden soveltuvuus tutkimukseen tarkastettiin maastossa, jolloin kunkin laskentapisteen läheisyydestä etsittiin riittävän suuri ja liikenneturvallisuuden kannalta hyvä levähdys- tai pysäköintialue. Maastokäyntien yhteydessä selvitettiin alueiden etäisyys LAM-pisteestä, tieolosuhteet, mittauspaikan muoto sekä LAM-pisteen ja mittauspaikan välillä sijaitsevat yleisten teiden liittymät. Kaikki mittauspaikat valokuvattiin. Tämän jälkeen mittauspaikkasuunnitelma tarkistettiin projektikokouksessa, ja niiltä osin, kun sopivaa mittauspaikkaa ei ollut löytynyt, sovittiin muutoksista. Mittauspaikat on lueteltu taulukossa 1 ja kuvassa 1.

Kaikille mittauspaikoille laadittiin liikenteenohjaussuunnitelmat (periaate on esitetty kuvassa 2), jotka perustuivat Tielaitoksen Liikenteen ohjauksen ohjeisiin, ja anottiin mittauspaikoittain tiepiireiltä nopeusrajoitusten alentamisluvat.

Mittauspaikkasuunnitelmasta muodostettiin viikkosuunnitelmat, joissa sovittiin tutkimusviikot, niiden mittauspäivät ja mittauksen aloittamisen kellonajat. Samalla tarkistettiin, oliko jotain estettä poiketa jo sovitusta aikataulusta. Mittauksia suunniteltiin tehtäväksi kolmena päivänä viikossa, päiväpunnitukset pääsääntöisesti tiistaisin ja keskiviikkoisin, yöpunnitukset torstaisin. Perjantai oli kaluston huoltopäivä.

TUTKIMUSPAIKKA				LAM-ASEMA1				Etäisyys tutkimuspaikkaan (km)	Suuntatunnus tutkimuspaikan suhteen 1)	Ohitusdatan suuntaakoodit 2)	Koko liikenne tutkimuspäivänä	Raskas liikenne tutkimuspäivänä
Paikkatunnus	Tiepiiri	Tutkimuspaikan sijaintikunta: nimi	- numero	Tutkimuspaikan tyyppi	Tutkimuspaikan tiedoite	Numero	Nimi					
98381	O	Haukipudas	84	P-alue	00004/407/04700	1202	li	00004/409/05223	8,292	0J	0/1	Kaikki
98382	L	Tornio	851	P-alue	00021/101/04750	1404	Tornio	00021/101/01400	3,350	1J	1/0	Rask
98383	L	Tervola	845	P-alue	00004/437/01350	1401	Tervola	00004/435/00716	3,239	0E	0/1	7956
98391	L	Rovaniemen mlk	699	P-alueen levike	00004/506/03100	1424	Olkkajärvi	00004/504/03500	9,269	0E	0/1	9634
98392	O	Kuusamo	305	P-alue	00005/359/03300	1203	Kuusamo	00005/359/02469	0,831	0E	0/1	2866
98393	O	Pudasjärvi	615	P-alueen levike	00020/022/08900	1224	Pintamo	00020/023/03459	4,040	1E	0/1	2865
98401	O	Vaala	785	P-alueen levike	00022/018/03700	1324	Törmäkylä	00022/017/01630	5,051	1J	0/1	2659
98402	O	Kajaani	205	P-alueen levike	00005/306/02600	1301	Rytivaara	00005/306/03940	1,340	1E	0/1	1252
98403	O	Kajaani	205	P-alue	00005/232/05700	1322	Nuottijärvi	00005/233/00400	0,497	0J	0/1	1436
98411	S-K	Liekka	422	P-alueen levike	00073/017/00700	705	Liekka	00073/018/00300	6,053	1E	0/1	4762
98412	S-K	Kontiolahdi	276	P-alue	00006/402/01200	702	Kontiolahdi	00006/402/00400	0,800	0E	0/1	3663
98413	S-K	Liperi	426	P-alue	00023/417/03400	723	Liperi	00023/417/01290	4,130	0E	0/1	5037
98421	KaS	Joroinen	171	Bensiiniaseman piha	00005/143/02400	603	Joroinen	00005/142/00483	4,601	0E	0/1	8167
98422	S-K	Suonenjoki	778	P-alueen levike	00009/323/02000	821	Suonenjoki	00009/323/04500	2,500	0J	0/1	1640
98423	S-K	Lapinlahti	402	P-alueen levike	00005/208/04500	803	Siilinjärvi	00005/206/03500	10,037	1J	0/1	4096
98431	K-S	Aänekoski	992	P-alue	00004/309/04800	902	Aänekoski	00004/310/01450	2,254	0J	0/1	3514
98432	K-S	Keuruu	249	L-alue	00023/218/04300	905	Keuruu 1	00023/217/04363	7,118	0E	0/1	7322
98433	K-S	Muurame	500	P-alue	00009/232/04400	922	Muurame	00009/232/02450	1,950	1J	0/1	3640
98441	H	Kangasala	211	P-alue	00009/208/03250	404	Kangasala	00009/208/01540	1,710	0E	0/1	2176
98442	H	Tuulos	855	P-alue	00012/213/06400	426	Hauho	00012/213/01449	4,951	1J	0/1	7945
98443	H	Hattula	82	L-alue	00003/118/06100	402	V koski Jutikkala	00003/127/01230	14,549	1E	0/1	7136
98451	T	Rauma	684	L-alue	00008/115/00000	206	Pyhärinta	00008/114/03265	2,747	0E	0/1	2976
98452	T	Kullaa	293	P-alue	00011/016/03200	224	Kullaa	00011/015/03553	6,252	0E	0/1	11633
98453	H	A+C51etsä	988	P-alue	00012/117/06500	210	Vammala	00012/118/01600	2,224	1E	0/1	5354
98461	H	Tammela	834	L-alue	00010/020/04400	425	Tammela	00010/018/03950	11,176	1J	0/1	1902
98462	T	Muurla	501	L-alue	00001/022/00600	201	Muurla	00001/021/03240	3,166	1J	0/1	4192
98463	U	Karkkila	224	P-alue	00002/016/05200	122	Rautamäki	00002/015/05038	7,083	0E	0/1	3760
98471	H	Nastola	532	P-alue	00012/227/09700	502	liiti	00012/229/01257	2,007	0J	0/1	1059
98472	KaS	Luumäki	441	P-alue	00006/210/05100	522	Luumäki	00006/210/01914	3,186	1J	0/1	1294
98473	KaS	Kotka	285	L-alue	00007/027/04100	583	Petäjäsuu	00007/027/03982	0,118	0E	0/1	3943
98481	U	Nurmijärvi	543	L-alue	00003/106/05200	108	Karhunkorpi	00003/106/04555	0,645	0E	0/1	5054
98482	U	Sipoo	753	L-alue	00007/006/02200	141	Box	00007/005/01360	3,282	1J	0/1	1480
98483	H	Hollola	98	L-alue	00004/119/05000	424	Hollola	00004/119/03557	1,443	1J	1/0 = OK	8955
98491	KaS	Mäntyharju	507	L-alue	00005/119/03700	602	Toivola	00005/119/05655	1,955	1E	0/1	15856
98492	H	Padasjoki	576	P-alue	00024/012/05700	921	Kuhmoinen	00024/013/03194	6,125	1E	0/1	17708
98493	H	Hartola	81	L-alue	00004/215/01500	623	Hartola	00004/214/05125	2,934	0E	0/1	10345
99121	V	Isokyrö	152	P-alue	00016/006/02100	1004	Isokyrö	00016/005/02200	4,704	1J	0/1	2512
99122	V	Närpiö	545	P-alue	00008/222/02100	1022	Närpiö	00008/223/00775	1,369	1E	0/1	1501
99123	V	Jalasjärvi	164	P-alue	00003/225/00900	1021	Koskue	00003/224/03710	1,994	0E	0/1	3625
99141	Kas	Virolahti	935	P-alue	00007/037/01762	525	Vironlahti	00007/036/04756	4,302	0E	0/1	4096
99142	Kas	Virolahti	935	P-alue	00007/037/01831	525	Vironlahti	00007/036/04756	4,371	1J	0/1	1907
99143	Kas	Virolahti	935	P-alue	00007/037/01762	525	Vironlahti	00007/036/04756	4,302	0E	0/1	4111
99151	V	Veteli	924	P-alue	00013/112/06500	1122	Veteli	00013/113/03516	4,727	1E	0/1	4566
99152	O	Sievi	746	P-alue	00028/015/02000	1103	Sievi	00028/017/00440	5,880	1E	0/1	4521
99153	O	Ylivieska	977	P-alue	00086/008/00900	1123	Oulainen	00086/012/02300	22,786	1E	0/1	819
99161	O	Pyhäjärvi	626	P-alue	00004/332/04470	1101	Pyhäjärvi	00004/332/02880	1,590	0E	0/1	696
99162	O	Liminka	425	P-alue	00004/363/01440	1222	Tupos	00004/363/01800	0,360	0J	0/1	1527
99163	O	Kliminki	255	P-alue	00020/005/01100	1223	Kliminki	00020/004/01725	6,305	0E	0/1	1367
99171	V	Lapua	408	P-alue	00019/011/02500	1007	Lapua	00019/011/04146	1,646	0J	0/1	2749
99172	V	Kalviä	315	P-alue	00008/406/00790	1023	Kokkola	00008/404/00550	4,140	1J	0/1	2032
99211	O	Liminka	425	P-alue	00004/357/03640	1221	Rantsila	00004/352/02390	26,254	1J	0/1	10397

Taulukko 1. Mittauspaikat ja niitä vastaavat LAM-pisteet.

1) 0 Ajosuunta tierekisteriosoitteen kasvun suuntaan
1 Ajosuunta tierekisteriosoitteen kasvun suuntaa vastaan
E LAM-asema ajosuunnassa ennen punnituspaikkaa
J LAM-asema ajosuunnassa punnituspaikan jälkeen

2) A/B
A arvo jonka LAM-asema tuottaa tierekisteriosoitteen kasvun suuntaankulkevasta liikenteestä
B arvo jonka LAM-asema tuottaa tierekisteriosoitteen kasvun suuntaavastaankulkevasta liikenteestä

3) mittauspaikan mittausaikana mittausuuntaan ohittaneesta mittauskelpoisesta liikenteestä (liikenne otettu LAM-asema 1 mukaisesti)

LAM-ASEMA2									TUTKIMUSAIKA				TUTKITUT AJONEUVOT			
Paikkatunnus	Numero	Nimi	Tieosoite	Etäisyys tutkimuspaikkaan	Suuntatunnus tutkimuspaikan suhteen 1)	Ohitusdatan suuntakoodit 2)	Koko liikenne tutkimuspäivänä	Raskas liikenne tutkimuspäivänä	Päivämäärä	Tutkimusaika: alkoi	- päättyi	- kesto	Kaikki tutkitut ajoneuvot	Päätetokantaan hyväksytyt ajoneuvot	Punnitusprosentti 3)	Punnitusnumerot
							Kaikki	Rask.								
98381									15.9.1998	13.34	17.51	0:00	44	44	31 %	1-44
98382									16.9.1998	9:33	17.16	0:00	81	81	30 %	45-125
98383	1428	Jaatila	00004/444/01601	36,184	0J	0/1	2940	421	17.9.1998	7.59	15.25	0:00	32	32	40 %	126-157
98391	1405	Misi	00082/004/04600	24,440	1E	0/1	1201	171	22.9.1998	7.36	14.52	0:00	27	27	32 %	158-184
98392									23.9.1998	9:07	17:03	0:00	33	33	66 %	185-217
98393	1232	Ketunmäki	00020/022/03800	10,841	1J	0/1	1708	208	24.9.1998	15:06	22:21	0:00	28	28	70 %	218-245
98401									29.9.1998	9:18	16.56	0:00	51	51	63 %	246-297
98402									30.9.1998	7:32	15:06	0:00	58	58	48 %	298-355
98403									1.10.1998	15:21	22:55	0:00	48	48	59 %	356-404
98411									6.10.1998	7:25	14:47	0:00	41	23	21 %	405-444,9413,9421
98412									7.10.1998	9:03	16:56	0:00	65	53	33 %	446-508,9455,99455
98413									8.10.1998	15:08	22:00	0:00	31	30	81 %	509-540
98421	626	Kuvansi	00005/145/03275	9,784	0J	0/1	6618	924	12.10.1998	7:13	14.56	0:00	64	63	53 %	541-603,9572
98422									13.10.1998	9:05	16:48	0:00	64	60	72 %	604-665,9636,9646
98423									14.10.1998	7:00	14:53	0:00	79	75	33 %	666-744
98431									20.10.1998	9:42	17:16	0:00	64	63	48 %	745-809
98432									21.10.1998	7:03	15:00	0:00	44	43	78 %	810-853
98433									22.10.1998	15:05	22:55	0:00	72	71	43 %	854-925
98441									27.10.1998	10:26	17:04	0:00	98	97	41 %	927-1024
98442									28.10.1998	9:01	16:55	0:00	80	78	54 %	1025-1106
98443	437	Hilinna_mo3	00003/117/00435	10,880	1J	0/1	14607	1994	29.10.1998	15:02	22:58	0:00	114	110	36 %	1107-1217,91114-91126
98451									3.11.1998	9:12	14:51	0:00	99	88	50 %	1219-1318
98452									4.11.1998	9:01	16:57	0:00	85	85	88 %	1319-1403
98453									5.11.1998	15:06	22:54	0:00	87	85	79 %	1404-1491
98461									10.11.1998	7:53	15:57	0:00	111	101	45 %	1493-1603,91505
98462									11.11.1998	9:07	16:57	0:00	141	132	42 %	1604-1746
98463									12.11.1998	9:32	17:26	0:00	85	84	52 %	1748-1836
98471									17.11.1998	7:06	15:01	0:00	113	112	44 %	1837-1947,91840,91855
98472									18.11.1998	9:04	17:00	0:00	142	139	39 %	1948-2088
98473									19.11.1998	16:08	0:09	0:00	116	113	51 %	2090-2206
98481									24.11.1998	11:05	17:34	0:00	142	129	27 %	2213-2355
98482									25.11.1998	7:21	15:07	0:00	181	176	30 %	2356-2536,92394-92419
98483									26.11.1998	9:05	16:25	0:00	129	122	31 %	2537-2675
98491									1.12.1998	7:12	15:05	0:00	72	61	54 %	2676-2747
98492									2.12.1998	9:09	16:48	0:00	66	66	75 %	2748-2813
98493									3.12.1998	15:23	23:07	0:00	76	72	35 %	2814-2889
99121	1)								23.3.1999	10:09	17:26	0:00	43	43		Ei voitu laskea 3001-3043
99122									24.3.1999	7:28	14:57	0:00	49	48	45 %	3044-3092
99123									25.3.1999	15:03	22:59	0:00	85	85	39 %	3093-3177
99141									7.4.1999	14:17	17:55	0:00	41	41	27 %	3181-3221
99142									8.4.1999	6:57	14:59	0:00	55	55	43 %	3222-3276
99143									9.4.1999	7:00	11:00	0:00	34	34	63 %	3277-3313
99151									13.4.1999	9:04	17:00	0:00	45	45	94 %	3316-3360
99152									14.4.1999	7:06	14:57	0:00	42	42	68 %	3361-3402
99153									15.4.1999	15:06	22:31	0:00	45	45	70 %	3403-3450
99161									20.4.1999	9:13	16:54	0:00	49	48	73 %	3451-3490,93442-93450
99162									21.4.1999	9:02	17:01	0:00	129	128	46 %	3491-3621
99163									22.4.1999	7:24	14:58	0:00	76	75	52 %	3622-3697
99171									27.4.1999	9:01	16:58	0:00	104	98	46 %	3697-3801
99172									28.4.1999	8:08	16:00	0:00	122	118	46 %	3802-3922
99211	1236	Ala-Temmes	00004/362/01460	22,069	1E	0/1	4232	903	25.5.1999	9:13	16:54	0:00	80	80	54 %	3923-4008



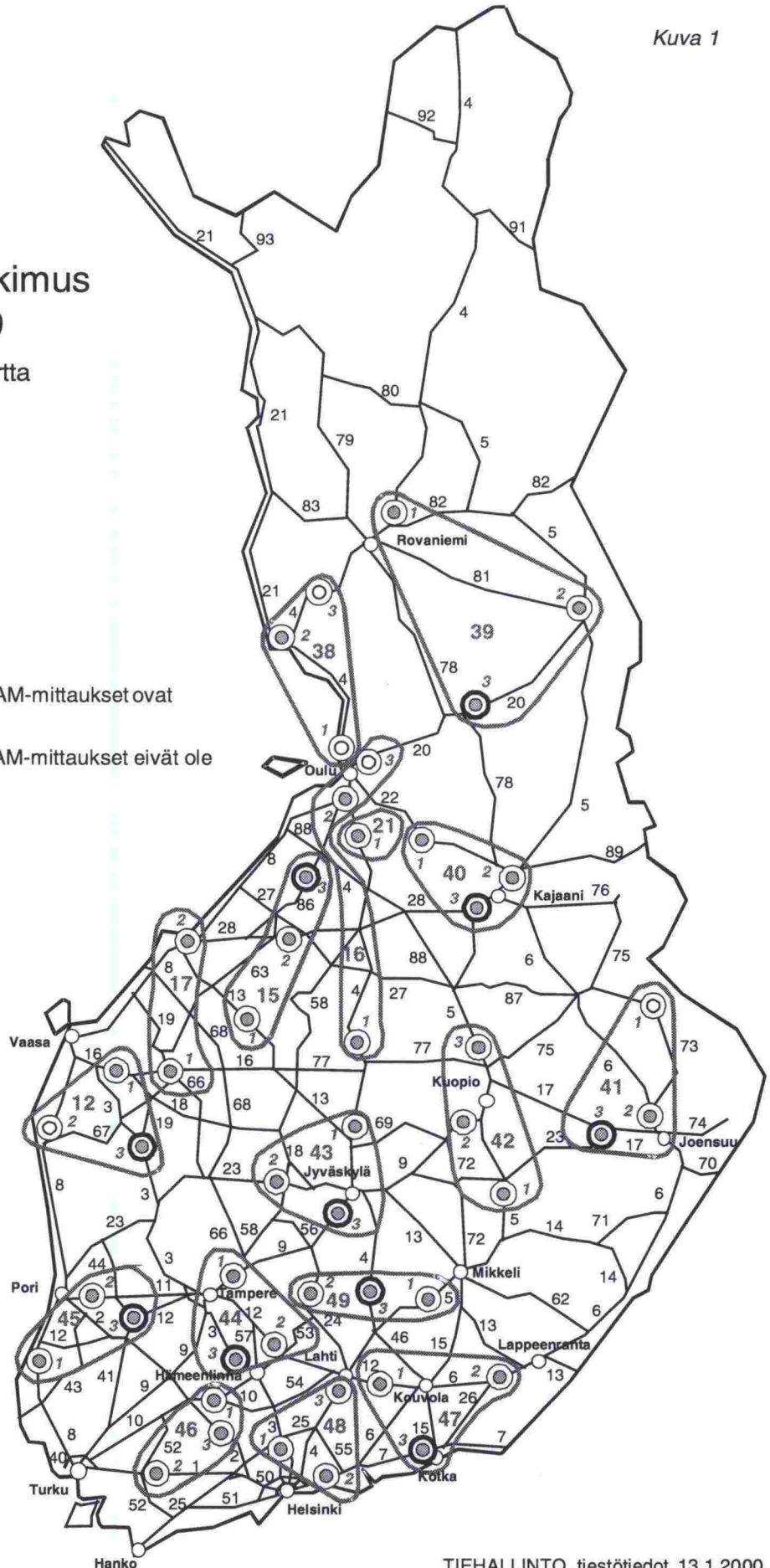
Akselimassatutkimus 1998-1999

Mittauspaikkakartta

Selitykset



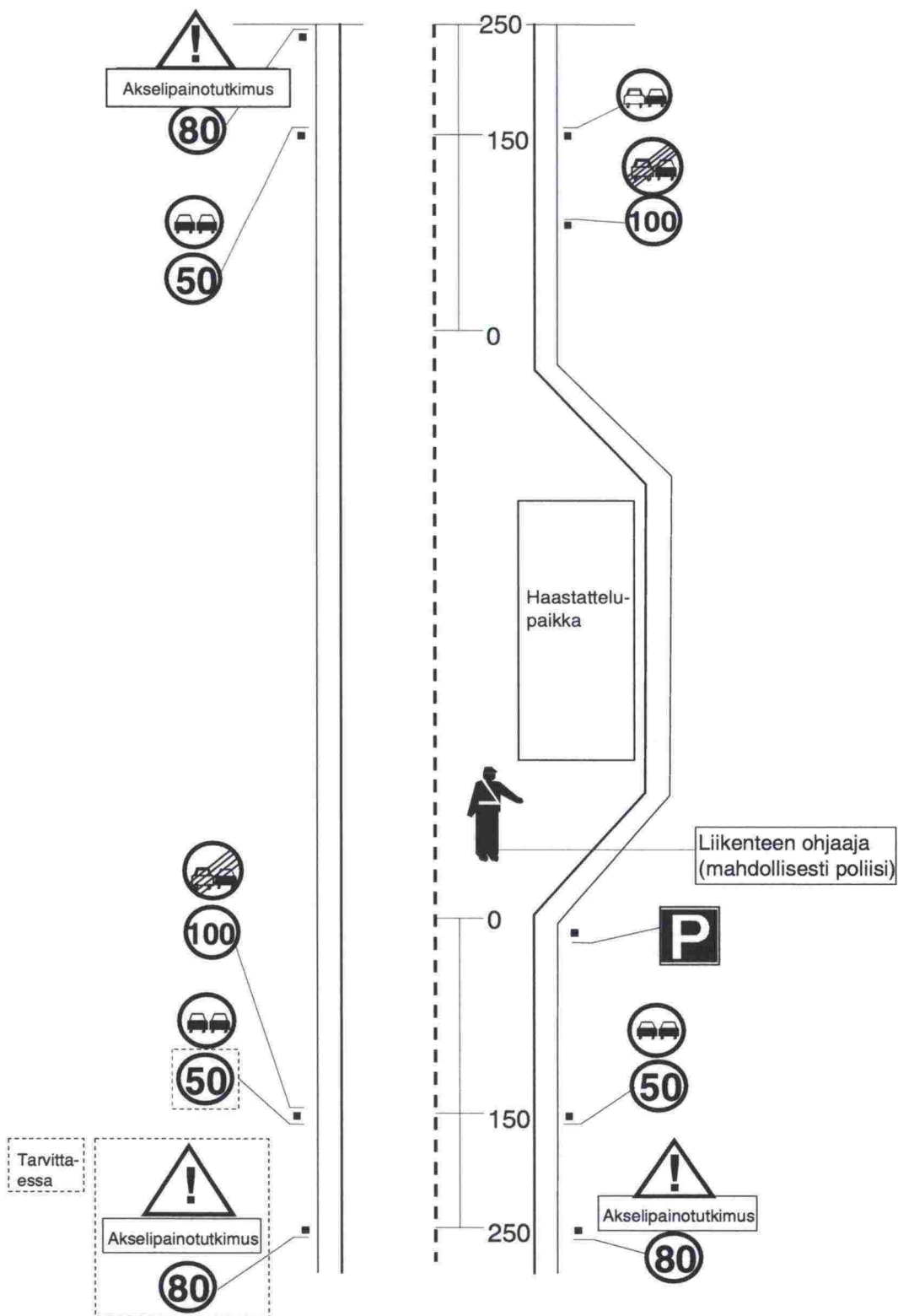
- Mittauspaikka, jonka LAM-mittaukset ovat laajennettavissa
- Mittauspaikka, jonka LAM-mittaukset eivät ole laajennettavissa
- Mittauspaikka yöllä





Liikenteen ohjaus

Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä



Tutkimuspisteiden liikenteenohjaussuunnitelma

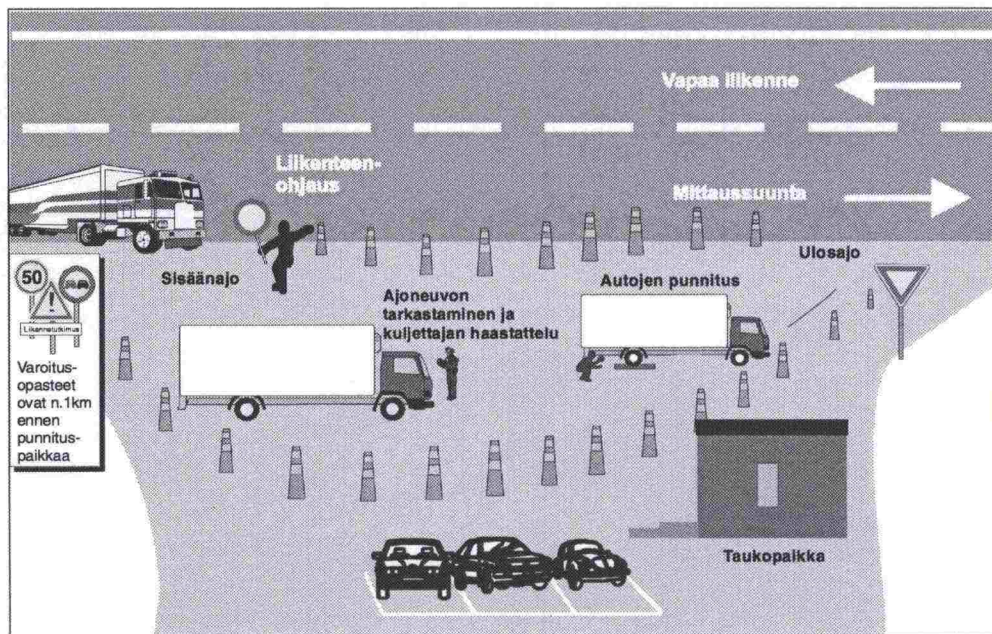
Mittauksia varten perustettiin Tuotannon Konsultoinnin henkilöstöstä kaksi maastoryhmää: toinen Pohjois-Suomen ja toinen Itä-Suomen yksiköistä. Maastotyöryhmään kuului yleensä 5 henkilöä hoitamassa seuraavia tehtäviä:

- liikenteen ohjaaja,
- ajoneuvon kuljettajan haastattelija,
- ajoneuvon ylärakenteen tutkija,
- ajoneuvon alarakenteen tutkija ja
- vaa'an tarkkailija.

Aluksi sovittiin, että tehtäviä vaihdettaisiin ryhmän jäsenten kesken, mutta käytännössä jokaiselle ryhmän jäsenelle vakiintui oma tehtävä, joka luonnistui parhaiten. Viikaskäytöksillä mittauspaikoilla ryhmässä oli kuusi henkilöä. Muutamilla Itä-Suomen mittauspaikoilla yksi ryhmän jäsenistä oli venäjänkielentaitoinen. Maastotyöryhmää johti kenttäpäällikkö, joka hoiti myös em. tutkimusryhmän tehtäviä.

Mittauspaikan järjestelyjä on havainnollistettu kuvassa 3.

Akselimassatutkimuksen punnituspaikka



Kuva 3. Akselimassatutkimuksen punnituspaikka.

Tutkimushenkilökunnan kouluttaminen

Maastotyöryhmät koulutettiin kaksipäiväisessä koulutustilaisuudessa, jonka ensimmäinen päivä käytettiin luentomuotoiseen opetukseen ja toisena päivänä harjoiteltiin ajoneuvoyhdistelmien punnitsemista ja teknisten tietojen kirjaamista. Jälkimmäisenä päivänä tarkastettiin myös tutkimukseen liittyvät liikenneturvallisuusasiat, liikennemerkkien kunto ja liikennejärjestelyt mittauspaijalla.

Koulutuksessa tutkimusryhmät perehdytettiin

- tutkimuksen tarkoitukseen
- tutkimuksessa kerättävien tietojen käyttötarkoitukseen
- mittauspisteillä työskentelevien oikeuksiin ja velvollisuuksiin
- haastattelussa esitettäviin kysymyksiin
- liikenteenohjaukseen
- liikenteessä työskentelyyn
- ajoneuvoyhdistelmätyyppeihin
- raskaan liikenteen kaluston rakenteisiin ja laitteisiin
- rengastukseen
- ryhmätyöskentelyyn
- vaa'an toimintaan.

Koulutusta vaa'an toimintaan annettiin sekä vaakatoimituksen yhteydessä että maastokoulutuksessa, ja siitä vastasi vaa'an maahantuoja, Elfving Oy.

Maastotyövaihe

Toimenpiteet mittauspaijalla ennen mittausten aloittamista

Ensimmäisenä toimenpiteenä mittauspaijalla sinne asetettiin liikenteenohjaussuunnitelman mukaiset liikennemerkit ja tehtiin tarvittavat liikennejärjestelyt. Vaakalevyt asennettiin tasaiselle alustalle punnituspaikalle ja yhdistettiin taukovaunuun sijoitettuun vaa'an keskusyksikköön. Ajorampit ja ristikot asennettiin vaakalevyjen molemmille puolille. Keskusyksikön käynnistystulosteesta tarkastettiin vaa'an asetukset, joita tarvittaessa korjattiin, ja sinne tallennettiin uuden mittauspaikan nimi ja numero. Testitulosteesta tarkastettiin, että vaakalevyjen nollakohta-arvot ja lähdejännite ovat sallituissa rajoissa. Ennen varsinaisten mittausten aloittamista suoritettiin koepunnitus tutkimusvälineistöä kuljettaneella avolavapakettiautolla. Ajoneuvon pituuden määrittämisessä tarvittava pituusmitta-asteikko maalattiin mittauspaikan päällysteeseen noin kymmenen metriä ennen punnituspaikkaa siten, että sen nollakohta oli ajoneuvonkuljettajan haastattelupaikan kohdalla ja mittalukemat kasvoivat

liikenteen tulosuuntaan. Mittauspaikka valaistiin tarvittaessa kannettavilla halogeenivalaisimilla.

Toiminta mittauspaikalla

Liikenteenohjaaja ohjasi mittauspaikalle vain yhden kuorma-auton tai linja-auton kerrallaan. Tutkimuksen kohteeksi otettu auto ajatettiin mittauspaikalle ja pysäytettiin noin kymmenen metriä ennen vaakalevyä. Sen jälkeen ajoneuvon kuljettajaa haastateltiin ja autosta mitattiin ja merkittiin muistiin muut tutkimuksen tarvittavat tiedot sen massaa lukuunottamatta (ks. s. 48 - 54). Kun tämä työvaihe oli valmis, auto siirtyi punnitukseen ja kuljettajalle annettiin ohjeet vaa'an yli ajamisesta ja lupa lähteä liikkeelle sekä jatkaa matkaa. Yhden ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän käsittelemiseen kului aikaa keskimäärin 2-3 min¹. Keskusyksikköön automaattisesti tallentuneesta punnitustuloksesta tulostettiin paperikopio, joka liitettiin ajoneuvon tutkimuslomakkeeseen. Osassa kevään 1999 tutkimusjakson mittauksista tutkimustulokset tallennettiin kannettavalle mikrotietokoneelle jo mittauspaikalla.

Mittauspaikoilla kerätyt tiedot (ks. sivut 48 – 54)

Ajoneuvon kuljettajan haastattelun yhteydessä tutkimuslomakkeelle merkittiin

- mittauspaikan numero
- mittausten päivämäärä
- ajoneuvon saapumiskellonaika minuutin tarkkuudella
- suomalaisten vetoauton ja perävaunujen rekisteritunnukset
- ulkomaalaisten vetoauton ja perävaunujen kansallisuustunnukset
- ajoneuvon lähtö- ja määräpaikat (kunta, rajanylityspaikka, satama)
- sekä kuorma- että linja-autojen matkustajien lukumäärä
- auton tyyppi
- kuljetuksen lähtöpaikan ja määräpaikan tyyppi
- kuljetettavana oleva tavara vuoden 1998 Tavarankuljetustilaston tavaralajiluokituksen mukaisesti
- jos ajoneuvo oli tyhjä, siinä edellisellä kerralla kuljetetun tavaratavaralaji.

Ajoneuvon ylärakenteen tutkinnassa tutkimuslomakkeelle merkittiin

- ajoneuvon saapumiskellonaika minuutin tarkkuudella
- rekisteri- tai kansallisuustunnukset kuten edellä
- vetoauton tyyppi

¹ Tiedotteissa arvioitua viittä minuuttia kauemmin käsittelyssä oli vain 21 ajoneuvoa tai ajoneuvoyhdistelmää eli 0,5 % tutkimukseen poimituista havainnoista. Ajoneuvojen yhteenlaskettu viipymä 7465 minuuttia (5,18 vrk) oli 1,4 % yhteenlasketusta mittausajasta.

- puoliperävaunun tyyppi
- varsinaisen perävaunun tyyppi
- linja-auton tyyppi
- vetoauton päällysrakenne
- ensimmäisen perävaunun päällysrakenne
- toisen perävaunun päällysrakenne
- merkintä nosturista.

Ajoneuvon alarakenteen tutkinnassa tutkimuslomakkeelle merkittiin

- rekisteri- ja kansallisuustunnukset kuten edellä
- jousituksen tyyppi akseleittain
- rengastuksen tyyppi akseleittain
- renkaan koko akseleittain
- ajoneuvon pituus metreinä.

Ajoneuvon punnitustulos ja poistumisaika liitettiin tutkimuslomakkeisiin. Käytetty tutkimuslomake on sivuilla 48 - 54.

Tutkimuksessa käytössä olleet laitteet ja välineet

Tutkimuksessa oli käytössä saksalainen DAW-300 vaakalaitteisto, traileri, vetoauto, jalallisia ja kannettavia halogeenilamppuja ja taskulamppuja. Aggregaatin ja muuntajan avulla tuotettiin vaa'an keskusyksikön ja mittauspaikan valaistukseen tarvittava sähkö. Liikenteenohjauksessa oli käytössä tavallinen ja valaistu pysäytysmerkki, liikenteenohjaussuunnitelman mukaiset liikennemerkkit sekä sulkukartiot. Alueen ja vaa'an puhdistus- ja kunnossapitotöihin käytettiin lapiota ja katuharjaa sekä talvella lisäksi hiekkaa ja nestekaasupuhallinta. Tietojen tallentamiseen joillakin mittauspaikoilla käytettiin kannettavaa mikrotietokonetta. Kaikilla maastotyöryhmään kuuluneilla oli käsipuhelimet.

Vaa'an toimintavarmuuden seuranta

Vaa'an toiminta tarkistettiin ensimmäisen kerran vaa'an luovutuksen yhteydessä, jolloin punnittiin tutkimuksessa ollutta lavapakettiautoa sekä tielaitoksen kuorma-autoja tyhjänä ja kuormattuna. Maastokoulutuksessa ensimmäisellä mittauspaikalla vaa'an toiminta tarkistettiin uudelleen koulutukseen tilatulla ajoneuvoyhdistelmällä. Yhdistelmä punnittiin täysin kuormattuna, noin puolella kuormalla ja tyhjänä. Punnitustuloksia verrattiin kahden vertailuvaa'an antamiin tuloksiin.

Ennen kevään 1999 tutkimusjakson alkamista järjestettiin kaksi vaa'an kalibroitipäivää Oulussa, joissa tutkimusvaa'an punnitustuloksia verrattiin

useamman eri vaa'an tuloksiin. Molemmilla kerroilla punnittiin samat kaksi kuorma-autoyhdistelmää (KAIP ja KAVP). Kalibroinnista on tarkemmin toisaalla tässä raportissa.

Sään kylmettyä ja tutkimusten edettyä kalenteriviikolle 41 mittauspaikalla 98411 (Lieksa) vaa'an toiminnassa oli useita häiriöitä, jolloin virta jouduttiin katkaisemaan ja testaamaan vaa'an toimintaa. Sen päivän aikana menetettiin toistakymmentä punnitustulosta. Kun vikaa jälkeempään tutkittiin, havaittiin, ettei vaa'an alkuperäinen akku toiminutkaan kylmässä. Kun virransyöttö vaa'alle siirrettiin tulemaan aggregaatista, ei sähköhäiriöitä enää ilmennyt.

Tietojen tallennus

Alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaisesti tiedot suunniteltiin tallennettavaksi HUSKY-käsitietokoneen avulla; osa niistä olisi luettu viivakoodeina. Tutkimuksen kiireisestä aloitusaikataulusta johtuen tallennusohjelmisto ei valmistunut kenttämittausten alkamiseen mennessä, joten tietojen tallentaminen aloitettiin perinteisempään tapaan tarkoitusta varten suunnitelluille tutkimuslomakkeille. Mittausten kestäessä huomattiin, että tiedot voitiin tallentaa tällä tavalla huomattavasti nopeammin ja varmemmin, ja lisäksi todettiin, että HUSKY-käsitietokoneella virheitä olisi syntynyt enemmän. Tästä syystä käsitietokoneiden käytöstä luovuttiin, vaikka ohjelmisto valmistuikin myöhemmin.

Tutkimuksesta tehdyt asiakirjat

Tutkimuksesta on kansioitu tutkimukseen liittyvä tiedotus-, kirje-, kokous-, koulutus- ja sopimusaineisto. Maastotöistä pidettiin työmaapäiväkirjaa ja projektipäälliköllä on ollut käytössä puhelinvihko. Sähköpostiaineistoa kertyi tutkimuksen aikana runsaasti.

Opetukset jälkipolville

Seuraavia akselimassatutkimuksia suunniteltaessa mittausten tekemisen vuodenajan valintaan tulisi kiinnittää huomiota ja mahdollisuuksien mukaan sijoittaa maastomittaukset huhtikuun alun ja lokakuun lopun väliselle aikajaksolle. Talvikautena teiden liukkaus, lumi, pakkasen ja pimeys vaikeuttavat tutkimusten tekemistä enemmän kuin sinä aikana tehdyistä mittauksista on saatavissa hyötyjä. Lisäksi syntyy turhia vaaratilanteita liikenteessä, pimeys teettää ylimääräisiä virheitä ja vaa'an toiminta pakkasessa on epävarmaa.

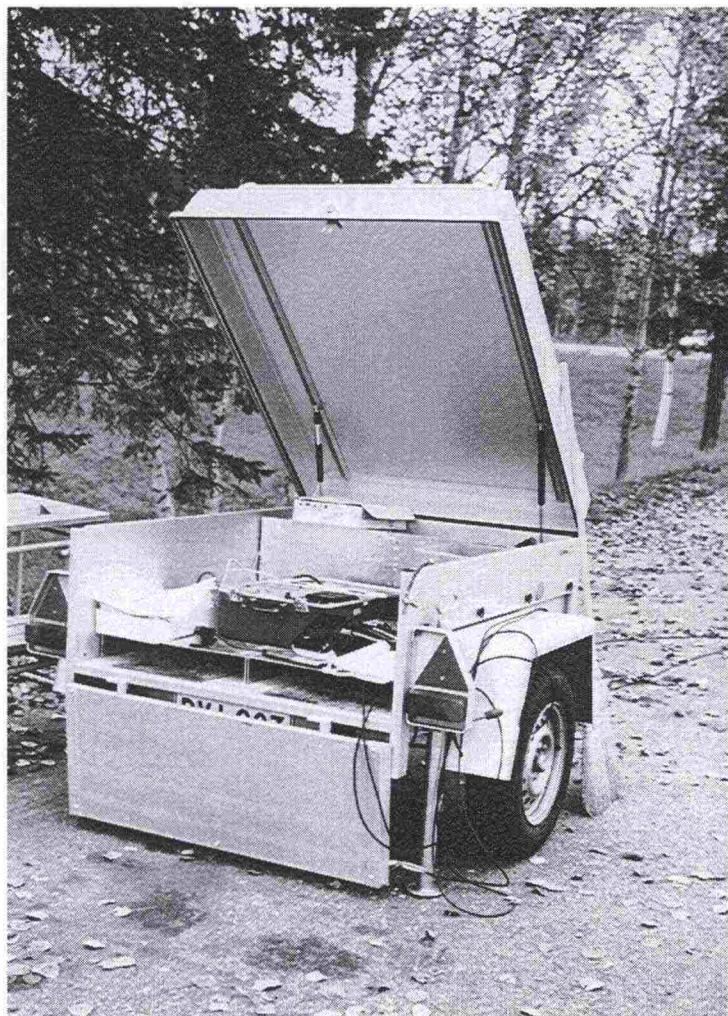
Vaa'an toimintavarmuuden testaamiseen pitää suunnitella tutkimuksen luonteeseen soveltuva menetelmä.

Mittauspaikkasuunnitelman tekemiseen, mittauspaikkojen taustatietojen selvittämiseen, tutkimusryhmien koulutukseen ja yleensäkin projektin suunnitteluun tulee varata riittävästi aikaa.

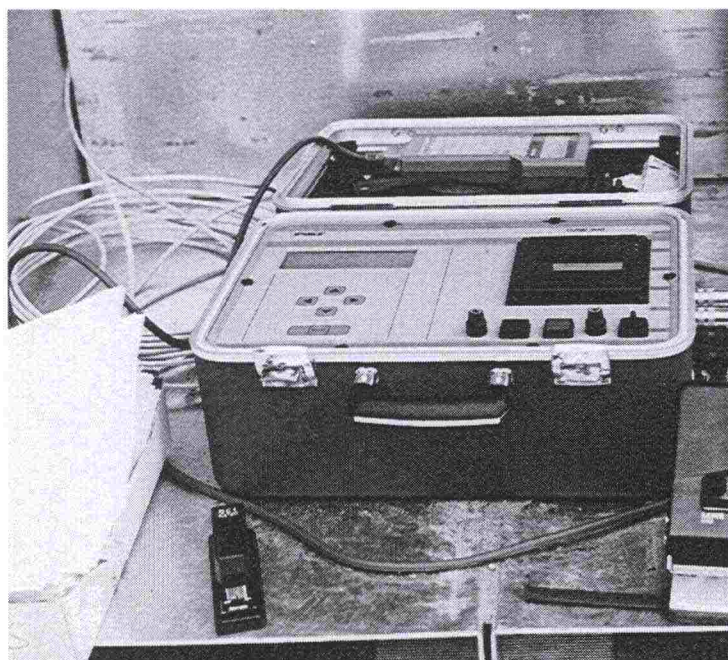
Valokuvia maastotöistä:

(Kuvat 1-7 Rauni Sipola ja kuva 8 Mika Savolainen)

1. Vaaka kaikkine tarvikkeineen kulki kätevästi henkilöauton peräkärreissä.



2. Vaa'an keskusyksikkö tallensi punnitustulokset automaattisesti.



3. Varsinaisella perävaunulla varustettu Kuorma-auto tulossa mittauspaikalle (Kiiminki).



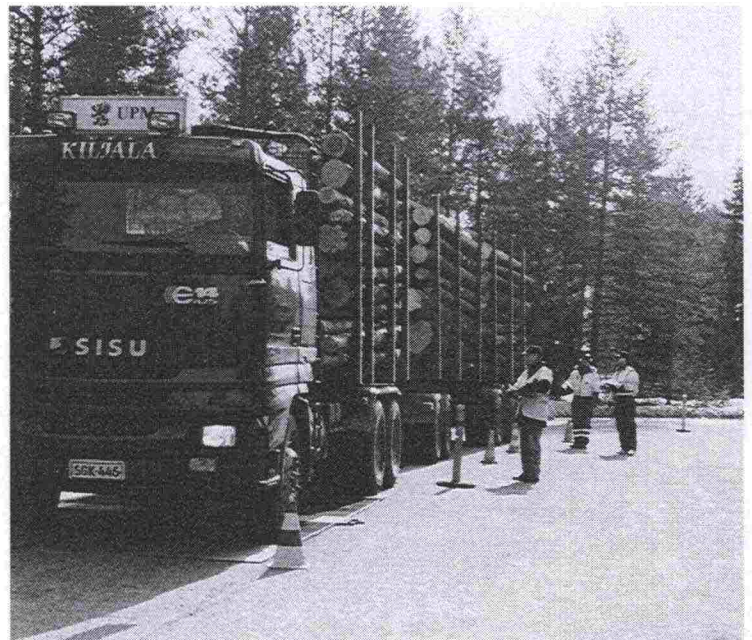
4. Betoni-auto punnituksessa (Kiiminki).

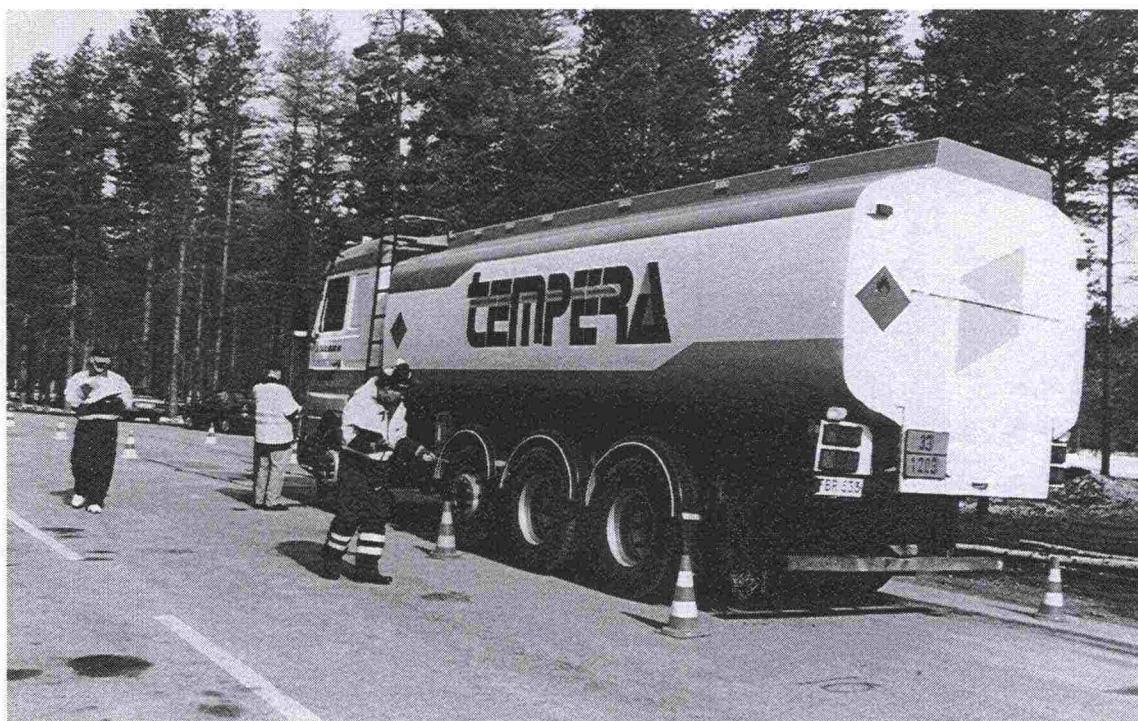


5. Puutavara-auto on pysäytetty kuljettajan haastattelua ja auton teknisten tietojen kirjaamista varten (Veteli).

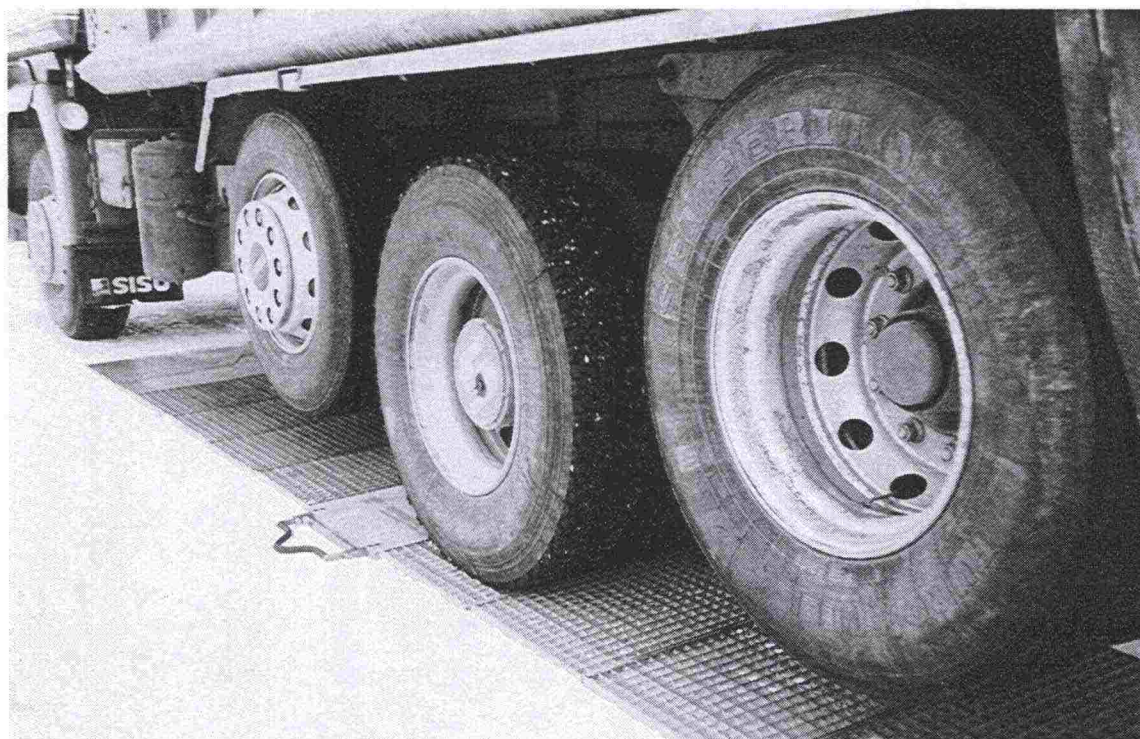


6. Puutavara-auto ajetaan hitaasti vaa'an yli akselimassojen selvittämiseksi (Veteli).





7. Öljyauton kuljettajalta kysytään tässä lähtö- ja määräpaikkaa sekä tavaralajia ja samalla kirjataan akselikohtaisia tietoja mm. rengastuksista ja rengaskokomerkinnoista (Veteli).



8. Punnituksessa akselit pidettiin siinä asennossa kuin ne olivat ajoneuvon tullessa mittauspaikalle (kalibrointitesti Oulussa).

I. KULJETTAJAN HAASTATTELU

Käsintallennuslomake 1 (3)

Päivämäärä _____

Tutkimuspiste

--	--	--	--

Saapumisaika

tunti		minuutti

--	--	--	--	--	--

Vetoauton rekisterinumero

--	--	--

Vetoauton kansallisuustunnus

--	--	--	--	--	--

1. Perävaunun rekisterinumero

--	--	--

1. Perävaunun kansallisuustunnus

--	--	--	--	--	--

2. Perävaunun rekisterinumero

--	--	--

2. Perävaunun kansallisuustunnus

Lähtöpaikka kunta/rajanylitys

Määräpaikka kunta/rajanylitys

--

Matkustajien lukumäärä

metriä

Ajoneuvon / ajoneuvoyhdistelmän pituus

Auton tyyppi**1. KAIP****3. KAVP****5. KAMOD****2. KAPP****4. LA****LÄHTÖPAIKAN TYYPPI** ○

Lähtöpaikan tyyppi rengastetaan

/ MÄÄRÄPAIKAN TYYPPI

Määräpaikan tyyppi alleviivataan

01. Asunto, kotitalous**02.** Vähittäiskauppa tai sen varasto**03.** Tukku- ja kauppa tai sen varasto**04.** Teollisuus tai sen varasto**05.** Rakennustyömaa tai muu työmaa**06.** Maatalous, metsä, soranotto**07.** Kaatopaikka**08.** Toimisto, virasto**09.** Korjaamo tai muu palveluliike**10.** Tavara-asema**11.** Linja-autoasema**12.** Rautatieasema**13.** Lentoasema**14.** Satama**15.** Valtakunnan raja ylitetään**16.** Muu

KULJETUKSEN SISÄLTÖ, TAVARALUOKITUS 1998

2 (3)

Maataloustuotteet, elävät eläimet

01. Viljat
02. Sokerijuurikas
03. Perunat, juurekset, vihannekset ja hedelmät (tuoreet ja pakastetut)
04. Elävät eläimet
05. Tekstiilikuidut, villa, nahat, turkikset

Puu, paperi ja huonekalut

06. Puuraaka-aine, tukki- ja kuitupuu
07. Puru, hake, jättepuu, polttopuu
08. Mekaaniset metsätalouden tuotteet, sahattu puutavara, paneelit, levytuotteet, taloelementit puusta ym.
09. Paperimassa, selluloosa, jättepaperi
10. Paperi, kartonki, painotuotteet, muut tuotteet paperista ja kartongista
11. Huonekalut, myymäläkalusteet yms.

Elintarvike ja rehut

12. Juomat, virvoitusjuomat, oluet, viinit, alkoholit
13. Liha, kala, (myös pakastettu), maito, voi, yms. helposti pilaantuvat ruokatavarat
14. Jauhot, sokeri, kahvi ja muut ei helposti pilaantuvat elintarviketeollisuuden tuotteet.
15. Öljykasvien siemenet, kasvisrasvat, kasvisöljyt, rypsi, rapsi
16. Eläinten ruoat ja rehut

Kiinteät polttoaineet

17. Kivihiili, koksi, turve

Öljytuotteet

18. Nestemäiset polttoaineet

Öljypohjaiset tienpäälystysmassat

19. Asfaltti, öljysora, bitumi

Malmi ja metalliromu

20. Rautamalmi ja sen rikasteet, rauta- ja teräsromu
21. Kupari ja rikasteet, muu rautaa sisältämätön malmi ja romu

Metallijalosteet

22. Raakateräs, rautaharkot, levyt, tangot, metallilangat, yms. puolivalmisteet

Maa-ainekset

23. Sora, hiekka, kivet ja muut maa-ainekset, kuona, tuhka

Rakennusmateriaalit

24. Sementti, kalkki
25. Betoni, tiilet, elementit, yms. rakennusmateriaalit

Lannoitteet

26. Kalkkilannoitteet myös raaka fosfaatti, kalium jne.

Kemikaalit

27. Hiilikemikaalit, piki yms.
28. Hapot, lipeä, oksidit, peroksidit, hydroksidit ja muut kemianteollisuuden tuotteet
29. Lääkkeet, puhdistusaineet, maalit, räjähteet ja muut kemianteollisuuden tuotteet

Koneet, laitteet, kulkuvälineet

30. Kulkuvälineet, maatalouskoneet, muut koneet, elektroniikka, moottorit ja laitteet sekä niiden osat
31. Muut metallituotteet ja niiden osat

Tekstiili- ja vaateteollisuustuotteet

32. Vaatteet, tekstiilit, jalkineet

Lasi, keramiikka, kumi, muovi, sekalaiset tavarat

33. Lasi, lasivalmisteet ja keramiikka
34. Muovi- ja kumiteollisuuden tuotteet

Jätteet

35. Ongelmajätteet
36. Talousjätteet
37. Rakennus- ja muut jätteet

Tyhjät tai pelkät pakkausmateriaalit

38. Kontit, joiden sisältö ei ole tiedossa
39. Tyhjät kontit, kuormalavat, rullakot, palautuspullot yms. pakkausmateriaalit
40. Muut tavarat

Tyhjä

41. Tyhjä
Merkitse viimeksikujetettu tavaralaji

Kunnossapito

42. Kunnossapito, huoltoajo yms. toiminnot

TAVARALAJILUOKITUS

3 (3)

Mikäli ajoneuvoyhdistelmässä kuljetetaan erilaisia tuotteita tavaralajit koodataan vetoautosta ja perävaunusta erikseen.

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| Vetoauton tavaralaji | <input type="text"/> |
| 1. perävaunun tavaralaji | <input type="text"/> |
| 2. perävaunun tavaralaji | <input type="text"/> |

II. AUTON JA PERÄVAUNUN TARKISTAMINEN

1 (3)

Auton käsittelyjärjestys:

- 1. Vetoauto
- 2. Ensimmäinen perävaunu
- 3. Toinen perävaunu

Saapumisaika

--	--	--	--	--	--

tunti minuutti

--	--	--	--	--	--

Vetoauton rekisterinumero

--	--	--	--	--	--

Vetoauton kansallisuustunnus

--	--	--	--	--	--

1. Perävaunun rekisterinumero

--	--	--	--	--	--

1. Perävaunun kansallisuustunnus

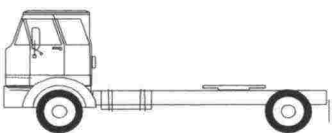
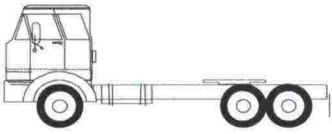
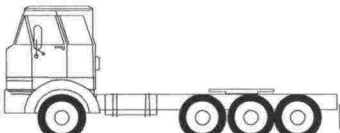
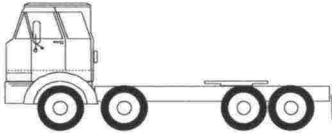
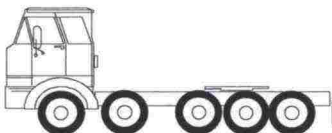
--	--	--	--	--	--

2. Perävaunun rekisterinumero

--	--	--	--	--	--

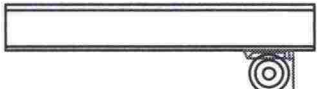
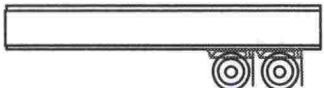
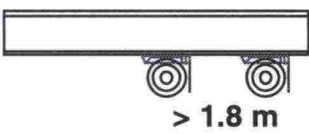
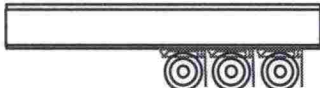
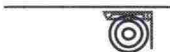

2. Perävaunun kansallisuustunnus

VETOAUTON TYYPPI

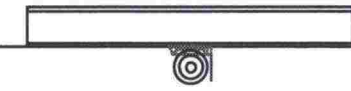
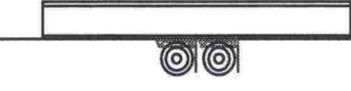
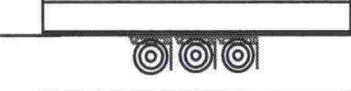
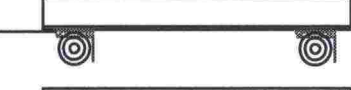





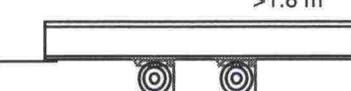
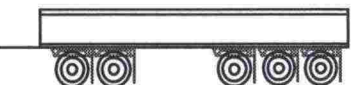
- 1. 
- 2. 
- 3. 
- 4. 
- 5. 
- 6. Muu

PERÄVAUNUN TYYPPI

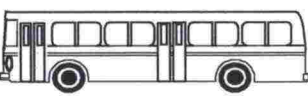
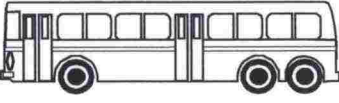

1. Puoliperävaunut

- 01. Yksiakselinen 
- 02. Teli 18 t 
- 03. 2-akselinen  > 1.8 m
- 04. 3-akselinen 
- 05. Dolly 
- 06. Dolly, jossa on teli 
- 07. Muu

Varsinaiset perävaunut

01. 
02. 
03. 
04. 
05. 
06. 
07. 
08. 
09. 
10. 
11. muu
12. 

Linja-auton tyyppi

1. 
2. 
3. 
4. muu

PÄÄLLYSRAKENNE

2 (3)

Vetoauto

01. Avolava
 02. Katettu avolava (kapelli)
 03. Puutavarapankot
 04. Kippilava tai kasettivarustus
 05. Säiliö kiinteille aineille
 06. Säiliö nesteille
 07. Eristetty umpikori (kylmä-/lämpö)
 08. Muu umpikori tai tavallinen umpikori
 09. Kontti ja vaihtolava-auto
 10. Eläinkuljetusauto
 11. Muu (jäteautot, autonkuljetusautot jne.)

Ensimmäinen perävaunu

01. Avolava
 02. Katettu avolava (kapelli)
 03. Puutavarapankot
 04. Kippilava tai kasettivarustus
 05. Säiliö kiinteille aineille
 06. Säiliö nesteille
 07. Eristetty umpikori (kylmä-/lämpö)
 08. Muu umpikori tai tavallinen umpikori
 09. Kontti ja vaihtolava-auto
 10. Eläinkuljetusauto
 11. Muu (jäteautot, autonkuljetusautot jne.)

Toinen perävaunu

01. Avolava
 02. Katettu avolava (kapelli)
 03. Puutavarapankot
 04. Kippilava tai kasettivarustus
 05. Säiliö kiinteille aineille
 06. Säiliö nesteille
 07. Eristetty umpikori (kylmä-/lämpö)
 08. Muu umpikori tai tavallinen umpikori
 09. Kontti ja vaihtolava-auto
 10. Eläinkuljetusauto
 11. Muu (jäteautot, autonkuljetusautot jne.)

AUTON VARUSTEENA NOSTURI

1. Kyllä
 2. Ei ole

AKSELIKOHTAISET TIEDOT

3 (3)

JOUSITUS**Jousituksen tyyppi**

1. Ilmajousi
2. Muu

Valitse vaihtoehtoa vastaava numero akseleittain.
Merkitse ylösnostetun telin kohdalle 0

	1-akseli	2-akseli	3-akseli	4-akseli	5-akseli
Vetoauto					
1. perävaunu					
2. perävaunu					

RENGASTUS**Rengastuksen tyyppi**

1. Tavallinen yksittäisrengas
2. Tavallinen parirengas
3. Supersingle

	1-akseli	2-akseli	3-akseli	4-akseli	5-akseli
Vetoauto					
1. perävaunu					
2. perävaunu					

Renkaan kokoluokat

- | | | |
|---------------------------|-----------------|---------|
| 1. 315/80R22,5 ja 12R22,5 | 4. 305/60R22,5 | 7. Muut |
| 2. 295/80R22,5 ja 11R22,5 | 5.. 275/70R22,5 | |
| 3. 275/80R22,5 ja 10R22,5 | 6.. 385/ | |

Valitse vaihtoehtoa vastaava numero akseleittain

	1-akseli	2-akseli	3-akseli	4-akseli	5-akseli
Vetoauto					
1. perävaunu					
2. perävaunu					

Auton pituus metriä

--	--

Rek. nro

Vetoauto

1. peräv.

2. peräv.

Kansallis.tunnus

III. AJONEUVON PUNNITUS

1 (1)

Saapumisaika

tunti			minuutti		

--	--	--	--	--	--

Vetoauton rekisterinumero

--	--	--	--	--	--

1. Perävaunun rekisterinumero

--	--	--	--	--	--

2. Perävaunun rekisterinumero

--	--	--	--	--	--

Vetoauton kansallisuustunnus

--	--	--	--	--	--

1. Perävaunun kansallisuustunnus

--	--	--	--	--	--

2. Perävaunun kansallisuustunnus

AKSELIMASSAT

Mikäli teli nostettu ylös paino on 0 kg

Vetoauto (viisi akselia)

1-akseli
2-akseli
3-akseli
4-akseli
5-akseli
yhteensä

Ensimmäinen perävaunu (viisi akselia)

1-akseli
2-akseli
3-akseli
4-akseli
5-akseli
yhteensä

Toinen perävaunu (viisi akselia)

1-akseli
2-akseli
3-akseli
4-akseli
5-akseli
yhteensä

Poistumisaika

tunti		minuutti		

Ajoneuvo punnitaan samassa tilassa kuin se on punnituspaikalle tullessa. Mikäli teli on ylhäällä akselin painoksi merkitään 0 kg

8. PUNNITUSVAA'AN KALIBROINTIKOKEET

Syksyn punnitusten tilastollisissa tarkasteluissa havaittiin tarpeelliseksi selvittää, miten tutkimusvaaka toimii erilaisissa olosuhteissa. Punnituksessa käytetty vaaka kalibroitiin kahdessa eri kalibrointikokeessa, jotka järjestettiin Oulussa 16.2.1999 ja 18.3.1999. Toinen kalibrointitilaisuus katsottiin tarpeelliseksi, koska ensimmäinen kalibrointi tuotti syksyn punnitustulosten kanssa ristiriitaisia tuloksia ja vaa'an toiminnassa näytti olevan joitakin epävarmuustekijöitä. Toisessa kokeessa toteutuksessa olivat mukana myös vaa'an toimittajan (Oy Elfving Ab) edustajat.

Koejärjestelyt

Kalibrointitutkimuksia varten oli tehty seuraavat järjestelyt:

- Käytössä oli varsinaisella perävaunulla varustettu kuorma-auto, jonka vetoautossa oli 3 akselinen teli sekä erillinen vetoauto, jossa 3 akselinen teli.
- Ajoneuvoyhdistelmä lastattiin kantavuutta vastaavalla kuormalla.
- Ajoneuvot punnittiin muulla vaa'alla ennen testiä.
- Kalibrointi tehtiin riittävän suurella alueella, jossa varsinaisella perävaunulla varustettu kuorma-auto pääsi kääntymään ilman hankalia peruutuksia.
- Alueella oli lämmitetty koppi, jossa oli sähköä vaa'an keskusyksikölle ja mikrotietokoneelle.

Punnitustesti toteutettiin erilaisin ajoneuvo- ja ajojärjestelyin, joissa muutettiin seuraavia tekijöitä:

- Ajonopeus
- Kuormaus
- Vetoauton telin asento (tyhjällä ajoneuvolla)
- Vaa'an rampin ja ajoneuvon etureunan välinen etäisyys
- Ajosuunta ja vaa'an asento
- Ajoura vaa'alla sekä
- Vaakalevyjen etäisyys.

Ajoneuvo tai yhdistelmä ajettiin vaa'an yli kuudella eri *nopeudella* (nopeustunnukset N1...N6) 1. ja 2. vaihteella.

Nopeustunnus	Ajovaihe	Kierrosluku
N1	1	Tyhjäkäynti
N2	1	1500
N3	1	2000
N4	2	Tyhjäkäynti
N5	2	1500
N6	2	2000

Ajoneuvo tai yhdistelmä kuormattiin eri tavalla. Yhdistelmänä ajettaessa kuormaus on aina kantavuutta vastaava täysi kuorma.

Kuormaustunnus	Vetoauton kuorma	Perävaunun kuorma
K1	Tyhjä	-
K2	puoliksi kuormattu	-
K3	Täysi kuorma	-
K4	Täysi kuorma	Täysi kuorma

Vetoauton teliä varioitiin seuraavasti.

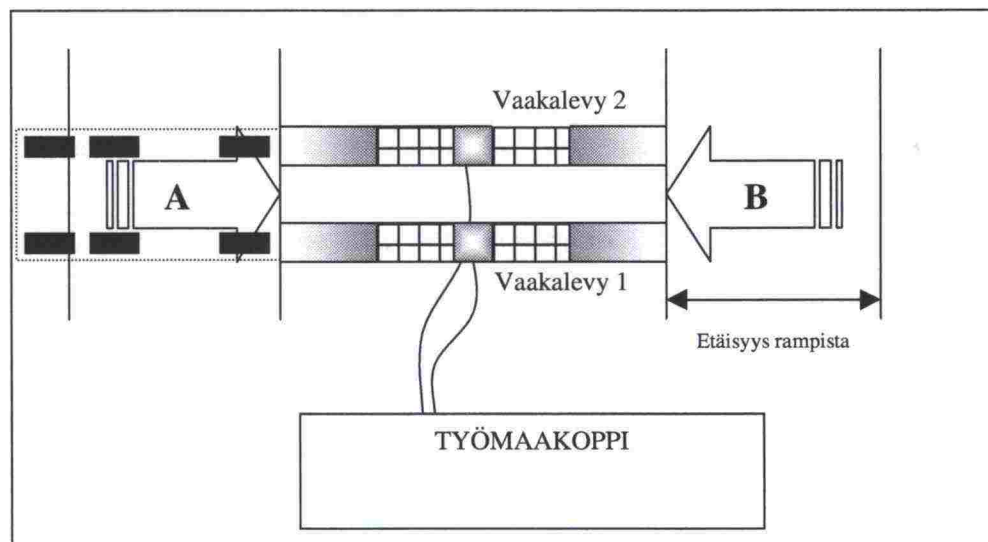
Telitunnus	Vetoauton kuorma	Telin akseleita alhaalla (lkm)	Perävaunun kuorma
T1	tyhjä	1	-
T2	tyhjä	2	-
T3	täysi, puoliksi kuormattu ja tyhjä	3	-
T4	täysi kuorma	3	täysi kuorma

Vetoauton etäisyyttä vaa'an ajorampin alkukohdasta varioitiin seuraavasti.

Etäisyystunnus	Etäisyys rampista (m)
E1	0
E2	3
E3	6
E4	Riittävä vakionopeuden saavuttamiseen ennen vaakaa

Ajosuunnan sekä vaa'an asennon vaikutusta tulokseen tutkittiin erilaisin vaakajärjestelyin (merkinnät ovat kuvan 1 mukaiset).

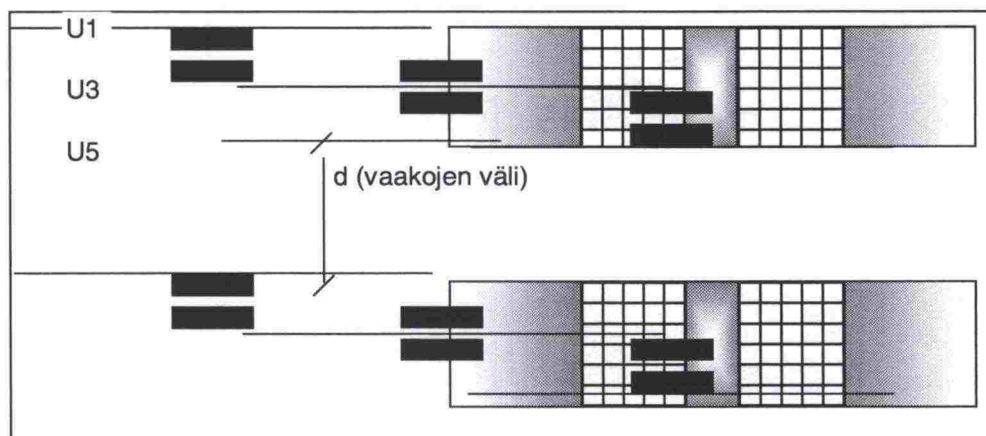
Suuntatunnus	Ajosuunta
S1	A
S2	B



Kuva 1. Vaakalevyjen ja ajosuunnan merkinnät.

Ajouraa vaihdettiin toisen testin aikana seuraavasti (merkinnät ovat kuvan 2 mukaiset).

Tunnus	Paripyörän keskilinja vaa'an reunasta	Ajoura
U1	280 mm	vasen reuna
U3	500 mm	$\frac{1}{2}$
U5	720 mm	oikea reuna



Kuva 2. Ajouran merkinnät.

Vaakalevyjen väliä vaihdeltiin seuraavasti (merkinnät ovat kuvan 2 mukaiset).

Tunnus	Vaakojen väli d	HUOM
D1	1100 mm	levennetty
D2	800 mm	normaali

Ensimmäisen punnitustestin suoritus

Ensimmäisessä punnitustestissä (16.2.1999) ajettiin eri vaihtoehtojen yhdistelmillä vaa'an yli, kullakin vaihtoehdolla viisi punnitusta. Vaihtoehtojen yhdistelmät ja niiden numerointi on esitetty taulukossa 1. Perävaunua käytettiin testissä vain täydellä kuormalla ajaen suunnasta A viisi kertaa. Muut vaihtoehdot ajettiin tyhjällä tai puoliksi kuormatulla vetoautolla.

Testauspäivänä sää oli pilvinen ja ilman lämpötila oli -7°C . Sääolot pysyivät koko punnituksen ajan samoina. Vaaka oli asetettu auratulle ajouralle kovan lumen päälle.

Taulukko 1. Ajojärjestelyjen yhdistelmät ja punnitusten numerointi.

Numerot	Nopeus	Kuormaus	Teli	Etäisyys	Ajosuunta
1 .. 5	N1	K4	T4	E4	S1
6 .. 10	N1	K3	T3	E1	S1
11 .. 15	N1	K3	T3	E2	S1
16 .. 20	N2	K3	T3	E1	S1
21 .. 25	N2	K3	T3	E2	S1
26 .. 30	N1	K2	T3	E1	S1
31 .. 35	N2	K2	T3	E1	S1
36 .. 40	N1	K1	T3	E1	S1
41 .. 45	N1	K1	T2	E1	S1
56 .. 50	N1	K1	T1	E1	S1
51 .. 55	N3	K1	T1	E1	S1
56 .. 60	N2	K1	T1	E1	S1
66 .. 70	N5	K1	T1	E1	S1
71 .. 75	N6	K1	T1	E1	S1
76 .. 80	N1	K1	T1	E2	S1
81 .. 85	N1	K1	T1	E3	S1
86 .. 90	N2	K1	T1	E2	S1
91 .. 95	N2	K1	T1	E3	S1
96 .. 100	N3	K1	T1	E2	S1
101 .. 105	N3	K1	T1	E3	S1
116 .. 110	N4	K1	T1	E4	S1
111 .. 115	N5	K1	T1	E4	S1
116 .. 120	N6	K1	T1	E4	S1
121 .. 125	N1	K1	T1	E3	S2
126 .. 130	N1	K4	T4	E4	S1

Kalibroinnissa käytettiin ajoneuvoyhdistelmää, jossa vetoauton perään oli kytketty varsinainen perävaunu, sekä ilman perävaunua ollutta kuorma-autoa, joka vastasi rakenteeltaan yhdistelmän vetoautoa. Vetoautossa ja kuorma-autossa oli normaali etuakseli ja kolmiakselinen teli. Perävaunussa oli kolme erillistä akselia.

Ajoneuvoyhdistelmä oli kuormattu täyteen kantavuuttaan vastaavalla tavalla, ja sen lastina oli mursketta. Ilman perävaunua ollut kuorma-auto oli ensin lastattu puolella kuormalla. Kuormattuna tehtyjen mittausten jälkeen lasti tyhjennettiin ja loput testit tehtiin tällä ajoneuvolla tyhjänä.

Taulukko 2. Vertailuvaakojen punnitustulokset täydellä kuormalla(kg).

Ajoneuvo tai akseli	Liikennöitsijän vaaka	Katsastuskonttori	Turvevoimala	Kaatopaikka	Staatinn punnitus koevaa'alla
VA:n akseli 1	7500	7700	-	-	6750
2	5200	5050	-	-	4900
3	10150	9880	-	-	8300
4	7800	7200	-	-	7050
VA Yht	30650	29830	30620	30620	27000
PV:n P1	8250	8650	-	-	7400
P2			-	-	8100
P3	21100 (P2+P3)	20090 (P2+P3)	-	-	8200
PV Yht	29350	28740	29350	29280	23700
Yhdistelmä yhteensä	60000	58570	59970	59900	50700

Vertailuvaaoilla ei pystytty mittaamaan akselikohtaisia massoja vaakojen rakenteen takia. Näin esimerkiksi vetoautosta punnittiin akselin 2 massa erikseen, akselien 2 ja 3 yhteinen massa, akselien 2, 3 ja 4 yhteinen massa sekä akselien 3 ja 4 yhteinen massa. Näiden tulosten avulla on voitu laskea akselien 3 ja 4 massat erikseen.

Koevaa'alla tehtiin lopuksi myös staatinn punnitus täysin kuormatulle ajoneuvoyhdistelmälle sekä tyhjälle ilman perävaunua olleelle kuorma-autolle.

Kuorman ja punnitussarjan vaikutus

Punnitustulosten pysyvyyttä kokeen kestäessä arvioitiin punnitsemalla täysin kuormattu ajoneuvoyhdistelmä sekä kokeen alussa että viimeiseksi (koesarjat 1...5 ja 126...130).

Taulukko 3. Kokeen ensimmäisen ja viimeisen punnitussarjan keskiarvotulokset (kg).

Akselin nro	Koesarja 1..5	Koesarja 126..130
1	7320	6870
2	5410	5480
3	8770	8670
4	7200	7440
P1	7750	7960
P2	8730	8990
P3	9100	9090
YHT	54280	54500

Taulukon perusteella on nähtävissä, että vaa'an punnitustulos ei ole muuttunut punnitusten kuluessa. Sen sijaan kokonaismassat osoittavat, että punnitukseen käytetty vaaka näyttää kokonaismassan osalta liian pientä lukemaa verrattuna muihin vaakoihin (taulukko 2).

Taulukko 4. Puoliksi kuormatun ajoneuvon punnitustulokset nopeuksilla N1 ja N2 (kg).

Koesarja ja nopeus Akselin nro	26..30 N1	31..35 N2	Katsastuskonttori
1	6750	6650	7090
2	4100	4160	2890
3	6530	6850	7450
4	5190	5520	4890
YHT	22570	23180	22320

Punnitustulos kokonaismassojen osalta on samaa luokkaa kuin katsastusaseman punnituksessa.

Telin vaikutus

Tyhjän ajoneuvon teli oli muunneltavissa siten, että akselit 2 ja 4 voitiin nostaa ylös.

Taulukko 5. Tyhjän ajoneuvon punnitustulokset eri telin asennoilla (kg). Nopeus oli kaikissa N1 ja etäisyys E1.

Koenumero Telin asento Akselin nro	36..40 T3	41..45 T2	46..50 T1	Staattinen pun- nitus	Ajoneuvon omamassa
1	5920	5020	5530	5250	
2	1490	2150			
3	3960	6860	7740	7050	
4	2790				
YHT	14160	14030	13270	12100	14100

Ajoneuvon kokonaismassa näyttää pienenevän, kun akselien lukumäärä vähenee. Tämä seikka viittaisi siihen, että yksittäisen akselin akselimassan mittauksen virhe olisi positiivinen.

Nopeuden vaikutus

Tyhjällä ajoneuvolla suoritettiin useita koepunnituksia siten, että akselit 2 ja 4 olivat nostettuina ylös.

Taulukko 6. Tyhjän ajoneuvon punnitustulokset eri nopeuksilla (kg). Etäisyys oli kaikissa E1 ja telin asento T1.

Koenumero Nopeus Akselin nro	46..50 N1	51..55 N3	56..60 N2	66..70 N5	71..75 N6
1	5530	5340	5540	5390	5290
2					
3	7740	7850	7740	7720	7910
4					
YHT	13270	13190	13280	13110	13200

Tulosten perusteella nähdään, että ajonopeudella ei ole merkitystä punnitustulokseen etäisyydellä E1.

Etäisyyden vaikutus

Vaa'an ajorampin etäisyys ajoneuvosta vaihteli 0, 3 ja 6 metriä (etäisyysluokat E1, E2 ja E3) sekä etäisyysluokka E4, jossa ajoneuvo lähti liikkeelle niin etäältä vaakaan nähden, että vaa'an kohdalla oli saavutettu nopeuden ja vertikaaliliikkeen suhteen tasapainotila. Etäisyyden vaikutus jäi kokeessa puutteelliseksi käytännön punnitustilanteisiin verrattuna, koska koealueella kiihdytyskohdan lumi kiillottui siten, että hiekoitettunakin vetoauton vetopyörä pyöri tyhjää lähtökiihdytyksessä, mitä ei syksyn mittausten aikana sulalla keillä ole tapahtunut.

Taulukko 7. Eri etäisyyksillä ja nopeusluokissa N1, N2 ja N3 mitattujen punnitusten keskiarvot (kg).

Koenumero	46..50	76..80	81..85	56..60	86..90	91..95	51..55	96..100	101..105
Nopeus	N1	N1	N1	N2	N2	N2	N3	N3	N3
Etäisyys	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Akselin nro									
1	5530	5430	5390	5540	5350	5470	5340	5180	5260
2									
3	7740	7800	7730	7740	8020	7480	7850	7610	7650
4									
YHT	13270	13230	13120	13280	13370	12950	13190	12790	12910

Tuloksissa ei nopeudella N1 ole havaittavissa eroja eri etäisyyksien kesken, mutta nopeudella N2 ja etenkin nopeudella N3 antavat eri etäisyydet toisistaan poikkeavia arvoja. Punnitustulos pienenee etäisyyden kasvaessa. Ilmiö ei ole yksikäsitteisesti selitettävissä.

Ajosuunnan vaikutus

Taulukko 8. Tyhjän ajoneuvon punnitustulokset eri ajosuunnilla (kg). Etäisyys oli kaikissa E3 ja nopeus N1.

Koenumero	81..85	121..125
Ajosuunta	S1	S2
Akselin nro		
1	5390	5630
2		
3	7730	7510
4		
YHT	13120	13140

Tulosten perusteella nähdään, että ajosuunnalla ei ole merkitystä punnitustulokseen.

Ajouran vaikutus

Ensimmäisen kokeen tulosten analyysit osoittivat, että punnitustulos ei riippunut merkittävästi tutkituista koejärjestelyistä muussa tapauksessa kuin lähtöetäisyydestä nopeuksilla N2 ja etenkin N3. Sen sijaan akselien yksittäisistä punnituksissa havaittiin, että saman punnitussarjan eri punnituskertoilla saatiin erilaisia punnitustuloksia. Poikkeava punnitustulos oli havaittavissa koko ajoneuvon osalta, jolloin tehtiin oletus, että punnitustulos riippuisi ajourasta. Tätä ajouran vaikutusta ei ensimmäisessä kokeessa tutkittu lainkaan.

Ensimmäisen punnituskokeen lopputulokset

Ensimmäisen punnitustestin pääasiallinen tulos oli, että vaakalevyjen alustan tasaisuuteen sekä joustamattomuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tässä punnitustestissä saatiin ainutkertaisesti pienempiä tuloksia kuin vertailuvaaioilla erityisesti, kun kyseessä oli paripyöräakseli. Lisäksi todettiin ajouran vaikuttavan poikkeavaan punnitustulokseen. Näiden selvittämiseksi päätettiin järjestää vielä toinen punnitustesti. Sen sijaan ensimmäisessä testissä saatuja tuloksia voitiin käyttää saman punnitustestikerran eri punnituskäytösten väliseen vertailuun.

Kalibrintitestin perusteella voitiin todeta, että punnituksissa käytettävä vaakaa antaa riittävän samanlaisen punnitustuloksen riippumatta kuormauksesta, telin asennosta ja ajosuunnasta, kun nopeus vastaa tyhjäkäyntinopeutta 1. vaihteella (kokeen nopeusluokka N1).

Toisen punnitustestin suoritus

Toisessa punnitustestissä (18.3.1999) ajettiin ensimmäistä koetta vastavasti eri yhdistelmillä vaa'an yli, kullakin vaihtoehdolla viisi punnitusta. Vaihtoehtojen yhdistelmät ja niiden numerointi on esitetty taulukossa 10. Punnituspäivänä sää oli pääosin pilvinen ja ilman lämpötila oli $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sääolot pysyivät koko punnituksen ajan samoina.

Vaa'an toimittajan mukaan alustalla on oleellinen merkitys punnitustulokseen, joten tällä punnituskerralla vaakojen alustaan kiinnitettiin erityistä

huomiota. Tutkimus aloitettiin jäisellä alustalla. Alusta oli höylätty siten, että jään paksuus vaakalevyyn alla oli noin 10 mm. Jää oli kovaa teräsjäätä. Jäisen kohdan punnitusten jälkeen vaakalevyt siirrettiin kokonaan puhdistetulle alustalle. Jää oli poistettu jyrsimällä asfalttiin asti ja alusta harjattiin puhtaaksi irtonaisista kivistä ja hiekasta. Vaakalevyille etsittiin mahdollisimman tasainen alusta poikkisuunnassa ajouraan nähden. Vaakojen keskinäinen linjaus tutkittiin linjalaudan avulla.

Punnitustesti aloitettiin tekemällä vaa'an alkukalibrointi (staattinen ja dynaaminen testi) Tielaitoksen omalla 2-akselisella kuorma-autolla. Ajoneuvo oli tyhjä ja se punnittiin katsastusaseman vaa'alla. Kalibrointi suoritettiin seuraavasti:

- tehtiin 2 erillistä staattista punnitusta molemmille akseleille (etu- ja taka-akselit)
- tehtiin 2 dynaamista punnitusta molemmille akseleille (etu- ja taka-akselit)
- vaihdettiin vaakalevyjen keskinäistä paikkaa ja toistettiin edellä mainitut testit.

Taulukko 9. Alkukalibrointitestin punnitustulokset tyhjällä 2-akselisella ajoneuvolla(kg).

Akseli	Katsastuskonttori	Staatt. 1	Staatt. 2	KA Staatt.	Dyn. 1	Dyn. 2	KA dyn
1	4760	4750	4800	4775	4650	4750	4675
2	5630	5650	5550	5600	5700	5750	5725
YHT	10390	10400	10350	10375	10350	10500	10400

Vaakalevyjen paikkaa vaihdettu

Akseli		Staatt. 3	Staatt. 4	KA Staatt.	Dyn. 3	Dyn. 4	KA dyn
1		4750	4800	4775	4650	4700	4675
2		5700	5650	5675	5700	5750	5725
YHT		10450	10450	10450	10350	10450	10400

Koska alkupunnituksissa staattisen ja dynaamisen testin välillä ei havaittu eroja, ei vaakaan tehty kerroinkorjauksia. Vaakalevyjen paikan vaihtamisellaan ei ollut merkitystä punnitustulokseen. Punnitusvaa'an tulos verrattuna katsastuskonttorin vaakaan oli myös hyvä.

Varsinaiset testit aloitettiin alkukalibroinnin jälkeen. Punnitustestissä vaa'an antamat akselikohtaiset tulokset kirjattiin ylös ja syötettiin tietokoneelle. Vaihtoehtojen yhdistelmät ja niiden numerointi on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Ajojärjestelyjen yhdistelmät ja numerointi (nopeus N1).

Numerot	Raideväli	Kuormaus	Teli	Etäisyys	Ajoura	Alusta	
B1 ..B5	D2	K4	T4	E4	U3	Jää	Auto 1
.. 10	D2	K3	T3	E1	U3	Jää	Auto 2
.. 15	D2	K4	T4	E4	U3	Asf.	Auto 1
.. 20	D2	K3	T3	E1	U3	Asf.	Auto 2
.. 25	D2	K3	T3	E1	U1	Asf.	Auto 2
.. 30	D2	K3	T3	E1	U5	Asf.	Auto 2
.. 35	D2	K1	T3	E1	U3	Asf.	Auto 2
.. 40	D2	K1	T2	E1	U3	Asf.	Auto 2
.. 45	D2	K1	T1	E1	U3	Asf.	Auto 2
.. 50	D2	K1	T1	E1	U1	Asf.	Auto 2
.. 55	D2	K4	T4	E4	U3	Asf.	Auto 1
.. 60	D1	K1	T1	E1		Asf.	Auto 2

Auto1 = täysin kuormattu yhdistelmä

Auto2 = täysin kuormattu vetoauto tai tyhjä vetoauto

Punnitustestissä käytettiin jälleen ajoneuvoyhdistelmää, jossa kuorma-autoon oli kytketty varsinainen perävaunu (auto 1), sekä ilman perävaunua ollutta kuorma-autoa, joka rakenteeltaan vastasi yhdistelmän vetoautoa (auto 2). Punnitustulokset on esitetty taulukossa 11.

Ajoneuvoyhdistelmä oli lastattu kantavuuttaan vastaavasti täyteen mursketta. Ilman perävaunua olleessa kuorma-autossa oli myös aluksi täysi kuorma, mutta kuormattuna tehtyjen punnitusten jälkeen lasti purettiin loppuja mittauksia varten.

Taulukko 11. Vertailuvaakojen punnitustulokset (kg).

Ajoneuvo tai akseli	Katsastuskonttori (auto 1)	Katsastuskonttori (auto 2)	Katsastuskonttori (auto 2 tyhjänä)	Katsastuskonttori (auto 2 tyhjänä)
VA:n akseli 1	7370	7580	6120	5750
2	4680	5420	1400	
3	9680	9370	3690	8350
4	7240	8890	2810	
VA Yht	28971	31262	14022	14100
PV:n P1	10360		-	-
P2	8790		-	-
P3	9820		-	-
PV Yht	28970			
Yhteensä	57940	31260	14020	14100
Oulun autokuljetus Oy:n vaaka	60000	33500		

Vertailuvaa'alla ei pystytty mittaamaan akselikohtaisia massoja vaa'an rakenteen takia. Näin esimerkiksi vetoautosta punnittiin akselin 2 massa erik-

seen, akselien 2 ja 3 yhteinen massa, akselien 2, 3 ja 4 yhteinen massa sekä akselien 3 ja 4 yhteinen massa. Näiden tulosten avulla on voitu laskea akselien 3 ja 4 massat erikseen.

Koevaa'alla tehtiin lopuksi myös staattinen punnitus täysin kuormatulle ajoneuvoyhdistelmälle sekä tyhjälle ilman perävaunua olleelle kuorma-autolle.

Taulukko 12. Staattiset punnitustulokset koevaa'alla (kg).

Ajoneuvo tai akseli	Vaaka asfaltilla (auto 1)	Vaaka jään päällä (auto 2)	Vaaka asfaltilla (auto 2)	Vaaka asfaltilla (auto 2 tyhjänä)	Vaaka asfaltilla (auto 2 tyhjänä)
VA:n akseli 1	7700	7650	7650	6400	5800
2	5350	6100	6700	1400	
3	10000	10850	11150	4000	8550
4	7850	8700	9100	2900	
VA Yht	30901	33302	34602	14700	14350
PV:n P1	11050				
P2	10750				
P3	9800				
PV Yht	31600				
Yhdistelmä yhteensä	62500	33300	34600	14700	14350

Vaa'an alustan vaikutus

Jään päälle asetetulla vaa'alla punnittiin ensin täydet ajoneuvot (yhdistelmä ja ilman perävaunua ollut kuorma-auto), minkä jälkeen vaaka siirrettiin asfaltin päälle.

Taulukko 13. Eri alustalla punnitun ajoneuvoyhdistelmän koesarjojen tulokset (keskiarvot ja -hajonnat kilogrammoina).

YH-DISTELMÄ	KA jäällä	Keskiha-jonta jäällä	KA asf.	Keskiha-jonta asf.	KA asf.	Keskiha-jonta asf.
Koesarja Akseli	1..5	1..5	11..15	11..15	51..55	51..55
1	7530	115	7560	42	7550	61
2	5340	96	5780	97	5660	82
3	10240	139	10190	96	10320	125
4	7940	210	7940	164	7970	160
P1	10990	108	11070	135	10910	185
P2	10170	164	10660	152	10870	189
P3	9920	45	9920	189	9870	148
Yht.	62130	189	63120	507	63150	166

Taulukko 14. Eri alustalla punnitun nupin koesarjojen tulokset (keskiarvot ja -hajonnat kilogrammoina).

VETOAUTO	KA jäällä	Keskihajonta jäällä	KA asf.	Keskihajonta asf.
Koesarja Akseli	6..10	6..10	16..20	16..20
1	7530	45	7550	50
2	6580	57	6890	65
3	11260	42	11410	42
4	8940	42	9130	27
Yht	34310	119	34980	57

Kuten taulukoista nähdään on asfalttialustalla saatu suurempia punnitustuloksia kuin jään päällä. Tarkastellaan tilastollisilla testeillä, onko ero ollut merkittävä.

Hypoteesi $\mu_1 - \mu_2 = 0$ testataan laskemalla testisuure z_λ :

$$z_\lambda = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (1)$$

missä	z_λ	laskettava testisuure
	μ_1	1. sarjan keskiarvo
	μ_2	2. sarjan keskiarvo
	σ_1	1. sarjan keskihajonta
	σ_2	2. sarjan keskihajonta
	n_1	1. sarjan punnitusten lukumäärä
	n_2	2. sarjan punnitusten lukumäärä

Lasketun testisuureen perusteella määritetään, millä riskitasolla hypoteesi $\mu_1 - \mu_2 = 0$ voidaan hylätä.

Taulukko 15. Lasketut testisuureet.

	Yhdistelmä (auto 1) jää/asf.1	Yhdistelmä (auto 1) asf.1/asf.2	Vetoauto (auto 2) jää/asfaltti
Akseli	z_λ	z_λ	z_λ
1	0.55	0.30	0.67
2	7.19	2.10	8.00
3	0.66	1.84	5.67
4	0.00	0.29	8.50
P1	1.03	1.56	
P2	4.90	1.94	
P3	0.00	0.47	
Kokonaispaino	4.09	0.13	11.33

Verrataan ensin asfaltilla tehtyjä sarjoja 11..15 ja 51..55. Koska $U_{0.975}(\lambda) = 1.960$ ja $U_{0.995}(\lambda) = 2.576$, nähdään, että hylkäysehto $|z_\lambda| > U_{1-\alpha/2}(\lambda)$ täyttyy riskitasolla $\alpha=0.05$ ainoastaan 2 akselin kohdalla. Sen sijaan muilla akseleilla ja varsinkin kokonaispainon osalta hylkäysehto ei täyty, joten asfaltilla tehtyjä punnituksia (sarjat 11..15 ja 51..55) voidaan pitää tilastollisesti yhtä suurina.

Verrattaessa jäällä ja asfaltilla tehtyjä koesarjoja nähdään, että hylkäysehto täyttyy erittäin pienellä riskitasolla ($\alpha < 0.0001$). Keskiarvojen ero on erittäin merkitsevä vahvennetuilla luvuilla.

Koska nyt järjestetyssä kokeessa punnitustulos kasvoi alustan kovetessa (siirryttäessä jäältä asfaltille), on ilmeistä, että 16.2.1999 järjestetyssä kalibroinnissa saadut vertailuvaakoihin verrattuna liian pienet punnitustulokset johtuvat tuolloin käytetystä pehmeästä alustasta (tallaantunut lumi).

Telin vaikutus

Toisessakin kokeessa tyhjän ajoneuvon teliä muunneltiin siten, että punnitukset tehtiin kaikki telin akselit alhaalla sekä akseli 2 ylhäällä sekä akselit 2 ja 4 ylhäällä.

Taulukko 16. Punnituskokeiden keskiarvot (kg).

Koesarja Telin asento Akselin nro	31..35 T3	36..40 T2	41..45 T1	Ajoneuvon omamassa
1	6250	5340	5850	
2	1670	2420		
3	4080	7180	8730	
4	2950			
YHT	14950	14940	14580	14100
Kok.painon keskihajonta	35	129	125	

Lasketaan kaavasta (1) testisuureet kokonaismassalle z_λ tapauksille, joissa telin asento on ollut T3, T2 tai T1.

$$z_\lambda = 0,17 \text{ tapaukselle } T3 \geq T2$$

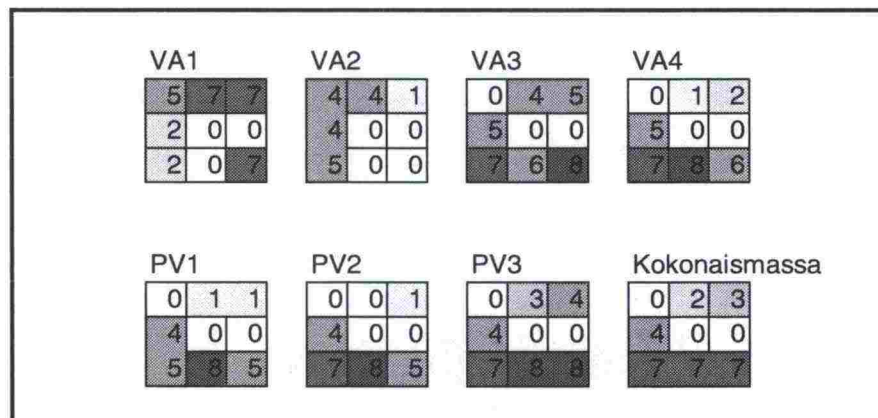
$$z_\lambda = 4,61 \text{ tapaukselle } T3 \geq T1$$

eli kokonaismassa on ollut sama telin asennoilla T3 ja T2, mutta kokonaismassan ero on poikennut erittäin merkitsevästi toisistaan riskitasolla $\alpha <$

0.0001 telin asennoilla T3 ja T1. Tulosten mukaan ajoneuvon kokonaismassa pienenee, kun akselien lukumäärä vähenee. Tämä seikka viittaa siihen, että yksittäisen akselin akselimassan mittauksen systemaattinen virhe olisi positiivinen.

Ajouran vaikutus

Ensimmäisen kalibroinnin tulosten analyysit osoittivat, että saman punnitus-sarjan eri punnituskertoilla saatiin erilainen kokonaismassa. Seuraavissa kuvissa on esitetty kokonaismassaeron riippuvuus yksittäisen akselin massaerosta. Kuvat ovat muodostettu nk. Kohosen itseorganisoituvalla kartalla, jossa muuttujina on ollut kunkin mittauksen akselimassojen ero ko. akselin mittaussarjan keskiarvosta sekä kokonaismassan ero keskiarvosta ko. mit-taussarjalla.



Kuva 3. Ensimmäisen kalibroinnin (16.2.1999) akselimassojen eron ja kokonaismassan eron riippuvuus (itseorganisoitunut Kohosen kartta). Koesarjat 1...5 ja 126...130 täysin kuormatulla ajoneuvoyhdistelmällä.

Kuvasta nähdään, että akselien VA3, VA4 ja PV1..PV3 kuviot muistuttavat kokonaismassan kuvion värikenttiä (alkuperäinen kuva on värillinen) eli kokonaismassaero ja paripyörien massaero samassa punnituksessa riippuu toisistaan.

VA1	VA2	VA3	VA4																																				
<table><tr><td>4</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>5</td></tr></table>	4	3	4	5	4	0	4	3	5	<table><tr><td>6</td><td>6</td><td>4</td></tr><tr><td>8</td><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>3</td><td>1</td></tr></table>	6	6	4	8	6	0	6	3	1	<table><tr><td>2</td><td>3</td><td>6</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>3</td><td>5</td><td>1</td></tr></table>	2	3	6	0	1	4	3	5	1	<table><tr><td>6</td><td>6</td><td>4</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td><td>7</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>4</td></tr></table>	6	6	4	2	4	7	2	0	4
4	3	4																																					
5	4	0																																					
4	3	5																																					
6	6	4																																					
8	6	0																																					
6	3	1																																					
2	3	6																																					
0	1	4																																					
3	5	1																																					
6	6	4																																					
2	4	7																																					
2	0	4																																					
PV1	PV2	PV3	Kokonaismassa																																				
<table><tr><td>6</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>3</td><td>2</td></tr><tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr></table>	6	1	0	6	3	2	4	4	4	<table><tr><td>6</td><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>4</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>5</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	6	8	8	4	3	3	5	1	0	<table><tr><td>5</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>5</td><td>0</td><td>4</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>4</td></tr></table>	5	2	1	5	0	4	5	4	4	<table><tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>4</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	5	4	3	4	1	1	4	0	0
6	1	0																																					
6	3	2																																					
4	4	4																																					
6	8	8																																					
4	3	3																																					
5	1	0																																					
5	2	1																																					
5	0	4																																					
5	4	4																																					
5	4	3																																					
4	1	1																																					
4	0	0																																					

Kuva 4. Toisen kalibroinnin (18.3.1999) akselimassojen erojen ja kokonaismassan eron riippuvuus (itseorganisoitunut Kohosen kartta). Toisen kokeen punnitussarjat 1..5, 11..15 ja 51..55 täysin kuormatulla ajoneuvoyhdistelmällä.

Tällä punnituskerralla kokonaismassaeron kuvio ja akselien kuviot ovat toisistaan poikkeavia "tilkkutäkkejä" eli riippuvuutta ei ole osoitettavissa kokonaismassaeron ja akselimassaerojen välillä.

Toisella kalibroitikerralla ajouraan kiinnitettiin erityistä huomiota eli ajoneuvo pyrittiin ajamaan pääosin keskeisesti vaakalevyihin nähden. Tähän päästiinkin noin 10 cm tarkkuudella.

Varsinaisen ajouran vaikutus testattiin sekä täydellä että tyhjällä ajoneuvolla. Ajouran vaikutus testattiin kahdella eri tavalla. Vaakalevyjen välin ollessa normaali (800 mm, D2) ajoneuvo ajettiin vasenta reunaa pitkin (U1), keskeltä vaakaa (U3) ja oikeaa reunaa pitkin (U5). Lopuksi vaakalevyjen välimatkaksi asennettiin 1100 mm, jolloin ajoneuvon takapyörät kulkivat lähes vaakalevyjen sisäreunaa pitkin (D1).

Taulukko 17. Täysin lastatun ilman perävaunua olleen kuorma-auton punnitukset eri ajourilla. Sarja (16..20) = U3, sarja (21..25) = U1 ja sarja (26..30) = U5 (kg).

Koesarja Ajoura Akselin nro	16..20 U3	Keskiha- jonta	21..25 U1	Keskiha- jonta	26..30 U5	Keskiha- jonta
1	7550	50	7560	42	7560	55
2	6890	65	6860	22	6860	82
3	11410	42	11310	42	11400	61
4	9130	27	9170	27	9150	50
YHT	34980	57	34900	71	34970	76

Taulukko 18. Tyhjän ilman perävaunua olleen kuorma-auton punnitukset eri ajourilla. Sarja (41..45) = U3 ja D2, sarja (46..50) = U1 ja D2 ja sarja (56..60) = D1 (kg).

Koesarja Ajoura Akselin nro	41..45 D2&U3	Keskiha- jonta	46..50 D2&U1	Keskiha- jonta	56..60 D1	Keskiha- jonta
1	5850	61	5820	57	5960	74
2						
3	8730	84	8700	112	8710	55
4						
YHT	14580	125	14520	157	14670	97

Taulukko 19. Ajourakoesarjojen väliset tilastolliset testisuureet z_{λ} .

Ajoura Akselin nro	U3->U1	U3->U5	U1->U5	D2&U3-> D2&U1	D2&U3->D1	D2&U1->D1
1	0.34	0.30	0.00	0.80	2.56	3.35
2	0.97	0.64	0.00			
3	3.78	0.30	2.71	0.48	0.45	0.18
4	2.31	0.78	0.78			
YHT	1.97	0.24	1.51	0.67	1.27	1.82

Kuten taulukosta nähdään, kokonaispainot eivät poikkea tilastollisesti tarkasteltuina toisistaan, mutta muutaman akselimassan suhteen poikkeama on tilastollisesti merkitsevä.

Punnitussarjojen tarkastelua

Tarkastellaan vielä tilastollisesti toisen punnituskerran punnitustulosten jakaumia. Testataan, ovatko asfalttialustalla tehdyt punnitukset normaalijakautuneita. Luokitellaan havaintoaineisto normaalijakautuman mukaisesti luokkiin ja lasketaan kuhunkin luokkaan tulevien havaintojen lukumäärät. Verrataan näitä havaittuja luokkafrekvenssejä normaalijakautuman mukaisiin odotettuihin frekvensseihin ja lasketaan χ^2 -jakautunut otossuure. Edellytykset tarkasteluille ovat:

- Jokainen havainto ja frekvenssi on riippumaton kaikista muista havainnoista.
- Havaintojen lukumäärä $n > 50$.
- Odotettu luokkafrekvenssi > 2 .
- Korkeintaan 20 % odotetuista luokkafrekvensseistä < 5 .

Normaalijakautuman mukaiset luokkafrekvenssit (g_i) ja havaitut frekvenssit (n_i) ovat seuraavat:

Luokka	Havaittu frekvenssi n_i	Normaalijakauman todennäköisyyss	Luokka-frekvenssi g_i
-<-2	6	0.02	4.45
-2..-1	21	0.14	26.50
-1..0	79	0.34	66.55
0..1	67	0.34	66.55
1..2	17	0.14	26.50
>2	5	0.02	4.45
Yht	195		195

Lasketaan testisuure z_{χ^2} seuraavan kaavan mukaisesti

$$z_{\chi^2}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - g_i)^2}{g_i} \quad (2)$$

Testisuureen arvoksi saadaan $z_{\chi^2} = 7,49$. Hypoteesi $H_0 : n_i = g_i$ (jakauma on normaalijakautunut) hylätään ja hypoteesi $H_1 : n_i \neq g_i$ hyväksytään riskitasolla α , jos

$$z_{\chi^2}^2 \geq U_{1-\alpha}(\chi^2(k-1))$$

$U_{1-\alpha}(\chi^2(k-1)) = 11,1$ vapausasteilla $k-1 = 5$ riskitasolla $\alpha = 0.05$, joten H_0 -hypoteesi voidaan hyväksyä ($7,49 < 11,1$) eli asfalttialustalla tehdyn punnitustulokset ovat normaalijakautuneita.

Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Kalibrointitestin perusteella voidaan todeta, että punnituksissa käytettävä vaaka antaa kovalla alustalla normaalijakautuneen punnitustuloksen. Vaa'an alustan tasaisuuteen ja joustamattomuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Punnitustestin mukaan staattinen punnitus ja dynaaminen punnitus antaa saman tuloksen.

Ensimmäisellä kalibrointikerralla saatujen liian pienten tulosten ja samalla koejärjestelyllä saatujen toisistaan merkittävästi poikenneiden tulosten syytä ei ole voitu tällä toisellakaan koepunnituskerralla selvittää. Koska tämänkin

punnituskerran jääalustalla tehdyt koetulokset poikkesivat tilastollisesti asfalttialustalla tehtyjen kokeiden tuloksista, on pääteltävissä, että ensimmäisellä kerralla alustan ollessa vielä pehmeämpi sen jousto vaikutti haitallisesti punnitustuloksiin. Jouston vaikutus punnitukseen on selitettävissä fysikaalisesti siten, että vaakalevyjen poikittaissuuntainen taipuma aiheuttaa mittausvirheen joko vaa'an matemaattisen mallin tai lämpötilakompensoinnin takia. Näin ollen käyttöohjeessa annettuja vaa'an alustavaatimuksia ja asennusohjeita on noudatettava kenttäolosuhteissa. Mikäli kentällä havaitaan alustan suhteen poikkeamia käyttöohjeen ohjeisiin, on nämä kirjattava ylös punnitustuloksiin.

Tukimusvaa'alla on kalibrointitestin mukaan systemaattinen positiivinen poikkeama, joka tuli esiin saman ajoneuvon punnituksissa eri telin asennoilla ja vertailtaessa punnitustuloksia muiden vaakojen tuloksiin. Poikkeama muihin vaakoihin nähden oli testissä samaa luokkaa kuin syksyn punnituksissa, kun vertailuvaakana käytetään kuljetusliikkeen omaa vaakaa. Ero katsastuskonttorin vaakaan nähden oli huomattavasti suurempi. Keskimääräiset akselikohtaiset laskennalliset erot verrattuna liikennöitsijän vaakaan olivat 445 kg/akseli kuormatulla varsinaisella perävaunuyhdistelmällä ja 370 kg/akseli lastatulla kuorma-autolla, jossa ei ollut perävaunua. Tyhjällä kuorma-autolla, jossa ei ollut perävaunua, keskimääräiset akselikohtaiset laskennalliset erot verrattuna katsastuskonttorin vaakaan olivat 233 kg/akseli ja 240 kg/akseli.

Ajouralla ei ollut merkitystä asfalttialustalla punnitustulokseen.

9. TUTKIMUKSESTA TIEDOTTAMINEN

Akselimassatutkimuksen suunnitteluvaiheessa tutkimuksesta päätettiin tiedottaa hyvin avoimesti, sillä tieto mittauksista olisi kuitenkin levinnyt hyvin nopeasti autoilijoiden keskuudessa, ja epätietoisuus siitä, mitä tien varressa todella tapahtuu, olisi saattanut vaikuttaa liikenteen käyttäytymiseen tutkimuksen kannalta epäsuotuisasti. Avoimella tiedottamisella toivottiin edistetävän sitä, että tutkimukseen asennoiduttaisiin myönteisesti ja että toiminta itse mittauspaikoilla sujuisi joustavasti.

Vuoden 1986 akselimassatutkimuksesta saatujen kokemusten perusteella haluttiin panostaa tehokkaasti etukäteistiedottamiseen. Pää tavoitteena oli, että raskaan liikenteen ajokäyttäytyminen olisi tutkimuspäivinä niin normaalinakin kuin mahdollista. Katsottiin, että tämän tulisi olla tärkein tiedottamista ohjaava tekijä. Tämän takia mm. poliisin kanssa sovittiin, että se ei tekisi omaa valvontaa mittauspaikkojen läheisyydessä tutkimuksen aikana. Poliisi pidettiin kuitenkin koko ajan tietoisena tutkimuksen edistymisestä.

Muita tavoitteita olivat mm.

- kertoa lyhyesti akselimassatutkimuksen laajuudesta, suoritustavasta, tarpeista ja tavoitteista
- antaa raskaan liikenteen kuljettajille riittävästi etukäteistietoa punnitusta-
pahtumasta ja toivotusta käyttäytymisestä sen aikana
- tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa kertoa lyhyesti siihenastisten
mittausten tuloksista.

Kaikki nämä tavoitteet saavutettiin.

Tiedottamisen kohderyhmiksi valittiin:

- ammattiautoilijat (Suomen kuorma-autoliiton, Linja-autoliiton, Rahtarit-
lehden, puolustusvoimien, Suomen Posti Oy:n ja Transpoint Oy:n kautta)
- poliisi (Liikkuvan poliisin johdon ja alueyksiköiden kautta)
- tavalliset tielläliikkijat (lehdistön, radion ja Tielaitoksen kelikeskusten
kautta)
- Tielaitoksen henkilöstö (Tielaitoksen omia kanavia pitkin)
- asiantuntijat (väliraportin ja erilaisten työryhmien kautta).

Tutkimuksen valmistuttua siitä ja sen tuloksista tiedotetaan kohderyhmille useita eri kanavia pitkin (mm. lehdistötiedote, tiedote Tielaitoksen Internet-sivuilla, erilaiset artikkelit Lukema-, Tiennäyttäjä- ja Tie ja Liikenne-lehdissä, tiedotustilaisuus asiantuntijoille, erilaiset esitelmät ja alustukset).

Tutkimuksesta tiedotettiin maanlaajuisesti kummankin tutkimusjakson alussa ja alueellisesti kullakin tutkimusviikolla. Valtakunnallisesti tiedottamisesta vastasi Tiestötiedot-yksikkö ja alueellisesti Tuotannon konsultointi.

Syksyn 1998 tutkimusjakson tiedotteissa olivat seuraavat teemat keskeisiä:

- tutkimuksen tarpeellisuus ja siitä saatavat hyödyt
- tutkimuksen laajuus ja suorituspaikat sekä -ajat
- tutkimuksen tekotapa ja -välineistö
- ohjeita ajoneuvojen kuljettajille
- tutkimustulosten anonyymisyyden säilyttäminen.

Punnituspaikalla toimimisesta annettiin seuraavat ohjeet:

- "1. Vähennä ajonopeuttasi ennakkovaroitusmerkin nähtyäsi.
2. Noudata liikenteenohjaajan antamia merkkejä.
3. Pysähdy haastattelua ja ajoneuvon teknistä tarkistusta varten haastattelijan osoittamaan paikkaan.
4. Aja luvan saatuaasi hitaasti akselipainovaa'an yli.
5. Voit jatkaa matkaa."

Kevään 1999 tutkimusjakson tiedotteissa kerrattiin ensin lyhyesti edellisen tutkimusjakson tiedotteissa käsiteltyjen aiheiden pääkohdat ja luotiin katsaus tuleviin mittauksiin. Sen jälkeen siirryttiin käsittelemään syksyn 1998 tutkimusjakson mittauksia ja niiden tuloksia. Tämä tietoisuus sisälsi mm.

- punnittujen ajoneuvojen lukumäärät ajoneuvotyypeittäin ja kansallisuussittain
- punnitukseen käytetyn ajan
- punnitusten luotettavuuden arvioinnin
- punnittujen ajoneuvojen massat
- linja-autojen matkustajamäärät
- ajoneuvojen kuljettamat tavaramäärät.

Erityisen painokkaasti todettiin, että ajoneuvojen käsittelyajat mittauspaikoilla, jotka oli arvioitu ennen tutkimuksen aloittamista 5 minuutiksi, olivat todellisuudessa olleet vain 2 - 3 minuuttia, ja vain muutama ajoneuvo oli viipynyt punnituksessa viittä minuuttia kauemmin.

Tiedotteiden laajuus ja sisältö vaihteli kohderyhmien mukaan: ammattiautoilijoille tarkoitetut tiedotteet olivat laajempia ja yksityiskohtaisempia, maallikoille tarkoitetuissa lehdistötiedotteissa tyydyttiin toiminnan kuvauksen osalta yleisluontoisempaan linjaan. Sen sijaan molemmat ryhmät saivat mittauspaikkojen sijainnista ja tutkimuspäivistä samantasoista tietoa.

Lehdistö ja radio olivat hyvin kiinnostuneita tutkimuksesta koko kenttätutkimusjakson ajan.

TUTKIMUSAINEISTON KÄSITTELY

- **Ajoneuvorekisterin tiedot**
Ajoneuvorekisteritietojen vertailu
- **Tutkimusaineiston käsittelyn menetelmät**
Punnitustietojen laaduntarkkailu
LAM-mittausasemien tietojen vertailu
Kohosen itseorganisoituva kartta
Ekvivalentti akselimassa ja ekvivalenttikerroin
Omamassatietojen täydentäminen
- **Tutkimustulosten yleistäminen**
Punnitun ajoneuvon laajentaminen LAM-mittauksista
Kuljetuksen pituuden arviointi
- **Akselimassatutkimuksen liikennevirrat**
- **Tutkimustulosten tallentaminen jatkokäyttöön: tietokantakuvaukset**
- **Tutkimuksessa mukana olleet ajoneuvot**
Lukumäärät
Raskaiden autojen tyypit ja tyyppien jakaumat
- **Vertailu punnitustulosten ja omamassatietojen välillä**

TUTKIMUSAINEISTON KÄSITTELY

Raportin tässä osiossa tehdään selkoa siitä, miten tutkimusaineistoa on käsitelty tutkimuksen aikana. Näkökulmat ovat

- ajoneuvorekisteristä havaintoaineistoon liitetyt tiedot
- tutkimusaineiston käsittelyn menetelmät ja tutkimusaineiston yleistäminen, jossa keskitytään
 - tutkimusaineiston laadunvalvontaan
 - LAM-aineistojen liittämiseen osaksi tutkimusaineistoa ja niiden hyväksikäyttö aineistoa arvioitaessa ja laajennettaessa
 - ekvivalentin akselimassan laskukaavoihin ja aineistosta laskettuihin kuormituskertalukuihin.
- tutkimusaineistosta muodostettu tutkimustietokanta ja sen rakenne
- tutkimuksessa saadut havaintomäärät
- vertailut punnitustulosten ja ajoneuvorekisteristä saatujen omamassatietojen välillä ja niistä johdetut arviot tutkimusvaa'an tarkkuudesta ja kuljetusten tehokkuudesta
- tutkimuksessa saatujen havaintojen sijoittelu tieverkolle otoksen kattavuuden arviointia varten.

Vaikka varsinaiset tutkimustulokset käsitelläänkin erikseen vasta osiossa IV, myös nyt käsillä oleva osio sisältää joitakin keskeisiä tuloksia. Näistä esimerkkinä kannattanee jo tässä nostaa esiin uudet arviot kuormituskertaluvuista, joista pienenä yhteenvetona voidaan esittää seuraavanlainen taulukko:

Taulukko: Kuormituskertaluvut ajoneuvotyypeittäin.

Autotyyppi	Painottamaton kuormituskertaluku	Painotettu kuormituskertaluku
KAIP+LA	0,65	0,65
KAPP+KAVP	2,35	2,34

10. AJONEUVOREKISTERIN TIEDOT

Tielaitos teki punnittujen ajoneuvojen rekisteritunnusten perusteella kyselyt Ajoneuvohallintakeskuksen (AKE) alihankkijan Tieto Corporation Oyj Tietopalvelujen kautta. Kyselyt toteutettiin useassa eri erässä punnitusten edetessä. Kyselyjä varten laadittiin luettelo rekisteritunnuksista, jotka oli koodattu punnitusten tietokantaan haastattelulomakkeisiin kirjattujen tietojen perusteella. Saatuja AKE:n tietoja verrattiin tutkimuksessa sovittujen kriteerien perusteella muihin ajoneuvosta kirjattuihin tietoihin. Mikäli saadut tiedot olivat ristiriidassa punnitusten yhteydessä kirjattujen tietojen kanssa, pyydettiin Tielaitoksen Tuotantoa tarkistamaan kirjattu rekisteritunnus. Uusi kysely tehtiin poikkeaviksi arvioitujen ajoneuvojen osalta, mikäli punnituskirjauksista löytyi vaihtoehtoinen rekisteritunnus tai tulkinta rekisteritunnukseksi.

Ajoneuvorekisteritietojen vertailu

Pääasiallinen käyttö ajoneuvorekisteritiedoille tutkimuksessa oli punnittujen raskaiden kuorma-autojen (punnituksen autotyyppit 1, 2 ja 3) omamassan määrittämisessä. Koska punnituksissa saatiin mitatuksi ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassa akselimassojen summana, tarvittiin tieto ajoneuvoyhdistelmän omamassasta kuljetettavan massan määrittämiseksi. Näin ollen päähuomio kiinnitettiin saatavissa olevan omamassatiedon oikeellisuuteen.

Tiedot saatiin digitaalisessa muodossa ASCII-tiedostoina, joissa tietosisällöt ja kenttäpituudet olivat määriteltynä etukäteen (taulukko 1). Punnittujen ajoneuvojen rekisteritunnusten avulla AKE:sta saatuja ajoneuvorekisteritietoja vertailtiin seuraavien kriteerien avulla:

- ajoneuvon (KAIP eli punnituksen autotyyppi 1 tai LA eli punnituksen autotyyppi 4) pituus verrattuna punnituksen yhteydessä mitattuun pituuteen
- ajoneuvoryhmän (ks. taulukko 2) perusteella karsittiin mahdottomat ajoneuvot pois (henkilöauto, kevytperävaunu jne.) sekä verrattiin punnituksessa tehtyä ajoneuvon tyyppikirjausta rekisteröityyn tyyppitietoon
- rekisteröintipäivämäärän tuli olla aikaisemman kuin punnituspäivämäärä
- liian pienet omamassat ja akselimassat karsittiin pois
- ajoneuvon akselien lukumäärä.

Tutkimuksen yhteydessä tehtiin kaiken kaikkiaan viisi eri kyselyä, joiden perusteella saatiin määritettyä 5183 ajoneuvon omamassatiedot. Omamassa jäi selvittämättä 122 kuorma-auton tai perävaunun osalta, joista oli kirjattu suomalainen rekisteritunnus ylös. Syinä puuttuvaan tietoon oli lähinnä koe-rekisteri tai punnituksen yhteydessä tehty väärä rekisteritunnuksen kirjaus,

jolloin uusintakyselyä ei voitu tehdä. Ulkomaisista ajoneuvoista (356 kpl) ei luonnollisesti ole tiedossa rekisteröintitietoja.

Punnittuja ajoneuvoja vastaavat ajoneuvorekisteritiedot on lopuksi luettu tietokantaan siten, että kaikki taulukossa 1 mainitut tiedot (rekisteritunnusta lukuun ottamatta) ovat käytettävissä jatkotutkimuksiin. Rekisteröintitietojen ja punnittujen ajoneuvojen välille on määritelty linkki erityisten avainkenttien avulla.

Taulukko 1. AKE:n rekisteröintitietojen kenttämäärittelyt (alkuosan kenttien osalta tiedot vaihtelivat joillakin kyselykerroilla).

AJOREK	Rekisteritunnus (rekisteritunnus poistettu tietokannasta käsittelyjen jälkeen)	Ensimmäisessä positiossa rekisterilaji 1=auto 5=perävaunu
AJOKTV8	Käyttöönottoaika	Ajoneuvon ensimmäinen käyttöönottopäivä
AJOPVM8	Rekisteröintipäivä	Viimeinen rekisteröintipäivä
AJOMER	Merkki selväkielisenä	
AJOMAL	Malli selväkielisenä	
AJOKTT	Käyttö	1=yksityinen , 2=luvanvarainen,3=kouluajoneuvo 4=vuokraus ilman kuljettajaa, 5 =myyntivarasto
TEKALK	Akselien lukumäärä	Ajoneuvossa olevien akselien lukumäärä, telin ja kaksoisakseliston eri akselit lasketaan lukumää- rässä
TEKVEJ	Vetojärjestelmä	
TEKKOR	Korirakenne	1=umpi, 2=avo,3=umpi/avo, 4=umpiohjaamo, 5=suojakehys
TEKKRT	Korityyppi	01 kappaletavaralava 02 maansiirtolava 03 kappaletavaral+irtokate 04 puutavarapankot 05 umpikori+säiliö 06 umpikori eristetty 07 umpikori eristämätön 08 painesäiliö 09 vak-säiliö 10 muu säiliö 11 konttivaruste 12 jätepuristinkori 13 ajoneuvon kulj.telineet 14 muu korirakenne 15 vaihtokorilaitteet
TEKOPY	Omamassa	Kg
TEKKOP	Kokonaismassa	Kg

TEKLIS1	Lisälaitetaulukko	<p>A nosturi</p> <p>B sa-vetokoukku</p> <p>C perävaunun vetokytkin</p> <p>D kippi</p> <p>E takalaitanostin</p> <p>F sivulaitanostin</p> <p>G vaihtokorilaitteet</p> <p>H vetopöytä</p> <p>I lämmityslaite</p> <p>J jäähdytyslaite</p> <p>K vinssi</p> <p>L kitkavetolaite</p> <p>M konttilukot</p> <p>N vaihtoeht. varusteena vetopöytä</p> <p>O vetokytkin (KAP)</p>
TEKAR1	Ajoneuvon akselistorakenne- nekoodi	<p>Määrittää akselien lukumäärä, akselistorakenteen, ohjaustavan, rengastuksen ja vetojärjestelmän.</p> <p>Positioissa 1, 5, 9, 13 ja 17</p> <p>O ohjaava, pakko-ohjattu</p> <p>H vapaasti ohjautuva</p> <p>M muu ohjaustapa</p> <p>tyhjä kiinteä akseli</p> <p>Positioissa 2, 6, 10, 14 ja 18</p> <p>V vetävät pyörät</p> <p>tyhjä ei vetävä</p> <p>Positioissa 3, 7, 11, 15 ja 19</p> <p>P paripyörät</p> <p>tyhjä normaali</p> <p>Positioissa 4, 8, 12, 16 ja 20</p> <p>+ telirakenne</p> <p>, erillinen akseli</p> <p>. koodin loppumerkki</p> <p>Tallennusmuodossa: OV +O , VP, VP,O .</p> <p>Tulostuu muodossa: 1OV+20,3VP,4VP,5O</p>
TEKPIT	Ajoneuvon pituus	
TEKAV1	Ajoneuvon akselivälit	<p>Peräkkäisten akselien välit edestä lukien väli asentoineen ja kevyt pv:llä, ppv:llä ja yksiakseli-sella vpv:llä mitta vetopisteestä ensimmäiseen akseliin. Esim. 999/999/999 999/999/999 999/999 999/999 Tyypikatsastuksessa merkitään vain lyhimmän akselivälin mukaan</p>
TEKOP1	Ajoneuvon omamassa akselittain	
TEKAU1	Ajoneuvon akselipainot	
TEKTKN	Ajoneuvoryhmä	<p>Entinen tarkempi nimitys.</p> <p>Ajoneuvolajin tarkempi sisäinen ryhmittely.</p>

Taulukko 2. Ajoneuvoryhmän (TEKTKN) tarkempi määrittely.

Entinen tarkempi nimitys.	
Ajoneuvolajin tarkempi sisäinen ryhmittely.	
Perävaunu (Ajoneuvolaji 0, EF)	
01	kevyt tavarankuljetusperävaunu (lätt varutransport släpsvg)
03	kevyt veneenkuljetusperävaunu (lätt båttrailer)
04	kevyt telttaperävaunu (lätt tältsläpvg)
05	kevyt moottoripyöräkuljetusperävaunu (lätt motorcykeltransportsläpvg)
06	kevyt lentokoneenkuljetusperävaunu (lätt transportsläpvg för flygplan)
15	tavarankuljetusperävaunu, kokm>750kg (varutransportsläpvg, totm>750kg)
17	veneenkuljetusperävaunu, kokm>750kg (båttrailer, totm>750kg)
18	hevosenkuljetusperävaunu, kokm>750kg (hästtransportsläpvg, totm>750kg)
19	matkailuperävaunu (campingsläpvg)
25	ajoneuvonkuljetusperävaunu, kokm>750kg (fordontransportsläpvg, totm>750kg)
29	selväkielisenä syötettävä nimitys
30	varsinainen perävaunu, (ka) (egentlig släpvg, (lb))
32	keskiakseliperävaunu
33	puoliperävaunu (påhängsvg)
36	erikoiskuljetusperävaunu (specialtransportsläpvg)
37	erikoiskuljetuspuoliperävaunu (specialtransportpåhängsvg)
39	varsinainen säiliöperävaunu (egentlig tanksläpvg)
42	säiliöpuoliperävaunu (tankpåhängsvg)
98	kevytperävaunu (lätt släpvg)
99	museoajoneuvo (museifordon)
Linja-auto (Ajoneuvolaji 1)	
02	invataksi (invataxi)
08	pelastusauto
09	sairasauto (ambulans)
10	pienoislinja-auto (minibus)
11	matkailuauto (campingbil)
13	nivel-linja-auto
15	maastoauto
29	selväkielisenä syötettävä nimitys
99	museoajoneuvo (museifordon)

Kuorma-auto (Ajoneuvolaji 2)	
01	myymäläauto (butikbil)
03	säiliöauto (tankbil)
05	hevosenkuljetusauto (hästtransportbil)
06	eläintenkuljetusauto (djurtransportbil)
07	rikka-auto (avskrädebil)
08	pelastusauto
12	betonipumppuauto
15	maastoauto
17	nosturiauto
22	kaivukoneauto
23	porausauto
24	huoltoauto (servicebil)
29	selväkielisenä syötettävä nimitys
30	nostokoriauto
99	museoajoneuvo (museifordon)
Erikoisauto (Ajoneuvolaji 3, EF)	
01	nosturiauto (kranbil)
04	nosturiauton alusta (kranbils chassi)
05	matkailuauto (campingbil)
09	sairasauto (ambulans)
12	betonipumppuauto (betongpumpsbil)
14	ruumisauto (likbil)
16	paloauto (brandbil)
18	lakaisuauto (sopningsbil)
20	hinausauto (bogserbil)
22	kaivukoneauto (grävmaskinsbil)
23	porausauto (borrningsbil)
24	huoltoauto (servicebil)
25	lumilinko (snöslunga)
26	pankkiauto (bankbil)
27	viemärin/putkiston korjausauto (kloaks/rörnätsrepareringsbil)
28	rehulaitosauto (toderinrättningsbil)
29	selväkielisenä syötettävä nimitys
30	nostokoriauto (bil med lyftkorg)
31	imuauto (sugningsbil)
32	polyuretaanin ruiskutusauto (sprutbil för polyuretan)
33	näyttelyauto (utställningsbil)
34	mittausauto (mätningsbil)
35	TV/radioauto (TV/radiobil)
36	eläinlääkintäauto (veterinärbil)
37	kahden toiminnan erikoisauto (specialbil med två funktioner)
39	kirjastoauto (biblioteksbil)
99	museoajoneuvo (museifordon)

11. TUTKIMUSAINOSTON KÄSITTELYN MENETELMÄT

Punnitustietojen laaduntarkkailu

Punnitustulokset kirjattiin kentällä lomakkeille, joista ne koottiin Excel-pohjaisiin tiedostoihin. Tiedot tallennettiin ennalta sovitussa muodossa siten, että yhden viikon punnitustulokset oli koottu yhdeksi tiedostoksi. Viikko-kohtaisille punnitustuloksille tehtiin ensimmäiseksi alustava laatutarkastus, jolla pyrittiin varmistamaan tallennettujen tietojen oikeellisuus ennen tallentamista tietokantaan. Alustavassa tarkastuksessa tehtiin mm. seuraavia tarkasteluja:

- Selvitettiin ne tiedot, jotka on todettu jo tutkimuslomakkeella olevan puutteelliset (kenttä *lisätiedot*).
- Tutkittiin mahdolliset puuttuvat tiedot pakollisista kentistä.
- Selvitettiin mahdolliset väärät tiedot (mahdoton tyyppitunnus tmv.).
- Tehtiin ristiin tarkasteluja autotyyppin ja kirjattujen ajoneuvojen välillä, ajoneuvon tyyppin ja kirjattujen akselitietojen välillä (akselitietojen lukumäärä vastaa ajoneuvotyyppin akselien lukumäärää).
- Laskettiin punnittujen akselimassojen ja auto-/ajoneuvotyyppin perustella akseli- ja telipainot sekä kokonaismassa ja verrattiin tuloksia punnituksen kokonaismassaan, jolloin kokonaismassojen erotessa toisistaan paljastui tietojen puutteellisuus tai virheellisyys (väärä auto- tai ajoneuvotyyppi, puutteellinen akselimassatieto jne.).
- Haettiin erityisellä tietokannan raportointinäytöllä mahdolliset puuttuvat akselikohtaiset tiedot etsimällä sellaisia tietueita, joissa akseleille oli ilmoitettu eri määrä tietoja (esim. jos tietueessa on akselimassa 4. akselilla, tutkittiin niitä tietueita, joista puuttui 4. akselin muu tieto, kuten rengaskoko, jousitus, rengastus jne.).

Puutteellisiksi havaittuja tietoja pyydettiin tarkistamaan tallennuslomakkeilta. Avaimena käytettiin punnituskohtaista tunnusta (kenttä Tunnus tietokannassa), joka on keskeinen avainkenttä koko tietokanta-aineistossa.

Rengaskoot tarkastettiin tutkimusaineistossa erityisellä tavalla. Merkityt rengaskoot muutettiin ensin kategorisesti siten, että rengaskokomerkinnoissa esiintynyt desimaalierotin muutettiin pisteeksi (.). Tämän jälkeen haettiin tietokannasta kaikki toisistaan poikkeavat rengaskokomerkinnot ja tehtiin kullakin rengaskoolla kysely Internetin hakusivulta <http://www.altavista.com/>. Mikäli haku tuotti linkkitiedon raskaan kaluston renkaita käsittelevälle sivulle, kyseinen rengaskoko hyväksyttiin. Jos yhtään linkkiä ei saatu tai linkkisivut eivät käsitelleet raskaan ajoneuvokaluston rengastietoja, asetettiin ko. rengaskoko kyseenalaiseksi. Näistä jäljelle jääneistä selvittämättömistä rengaskoista määriteltiin rengasluetteloiden perustella lähinnä samaa kokomerkin-tää oleva luettelosta löytyvä rengaskoko.

Laaduntarkkailun perusteella todettiin, että tietoja puuttui 0,45 % kaikista punnitusten yhteydessä kirjatusta tiedoista ja virheellisiä tietoja oli 0,33 % kaikista punnitusten yhteydessä kirjatusta tiedoista.

LAM-mittausasemien tietojen vertailu

Samanaikaisesti punnitustietojen kanssa saatiin Tiehallinnosta ohitustiedot LAM-mittapisteistä samalta päivämäärältä kuin punnitustiedot. Nämä tiedot olivat ASCII-muotoisia tiedostoja, jotka luettiin Excel-ohjelmaan seuraavilla kenttäpituuksilla ja otsikoilla.

Taulukko 1. LAM-mittapisteiden kenttäpituudet ja sarakeotsikot luettaessa tiedot Excel-
taulukoiksi.

Kentän nimi	Kenttäpituus (merkkiä) *
Vuosi	2
Päivän numero	4
Tunti	3
Min	3
Sek	3
sek/100	3
Pituus (dm)	4
Ajokaista	2
Ajosuunta	2
Ajoneuvoryhmä	2
Nopeus (km/h)	4

* Kenttäpituudessa on myös numeroa edeltävät tyhjät merkit.

Tämän jälkeen tiedostoihin lisättiin sarakeotsikot 1. riville taulukon 1 mukaisesti.

Taulukossa on mukana kaikki LAM-mittapisteen ajoneuvoliikenne, joten seuraavaksi taulukoista poistettiin pois "väärän suunnan" liikenne eli se liikenne, josta ei otettu punnitukseen ajoneuvoja.

Tämän jälkeen poistettiin LAM-mittapisteiden tiedoista tutkimukseen osallistumattomat ajoneuvoryhmät.

Taulukko 2. Ajoneuvoryhmien tunnuksset LAM-mittapisteissä.

LAM-ajoneuvotyyppi	Ajoneuvotyypin kuvaus
1	HA tai PA
2	KAIP
3	LA
4	KAPP
5	KAVP
6	HA tai PA ja (kevyt)perävaunu (ns. muuli)
7	HA tai PA ja matkailuperävaunu

Tutkimuksessa mukana ovat ryhmät 2...5 joten ryhmien 1 ja 6 sekä 7 mittaukset poistettiin.

Kullekin punnituksen LAM-pisteelle tehtiin Excel-tilukko punnituspäivälle. Taulukkoon lisättiin seuraavat sarakkeet:

- Päiväys ja kellonaika (LAM-mittapisteen ohitushetki), joka on muotoa dd.mm.yyy hh:mm:ss. Arvo kenttään laskettiin kaavasta

$$1.1.vvvv + \text{mittauspäivä} - 1 + (\text{tunti}/24) + (\text{minuutti}/[24 * 60]) + \{(\text{sekunti} + \text{sek}/100)/[24*3600]\}.$$

missä vvvv on vuosiluku 1998 tai 1999

- Etäisyys (km) (LAM-mittapisteen etäisyys punnituspisteestä)
- Ajoneuvon pituus (m)
- Ajoneuvotyypin punnituksessa käytetty arvo (ks. taulukko 3)
- LAM-mittauspisteiden ohitushetkestä laskettu arvio ohitushetkelle punnituksessa seuraavista kaavoista

$$t_{\text{estim,tulo}} = t_{\text{LAM}} - s/v_{\text{LAM}}, \text{ kun LAM-piste on ennen punnitusta}$$

$$t_{\text{estim,lähtö}} = t_{\text{LAM}} + s/v_{\text{LAM}}, \text{ kun LAM-piste on punnituksen jälkeen}$$

missä $t_{\text{estim,tulo}}$ arvioitu tuloaika punnituspisteelle
 $t_{\text{estim,lähtö}}$ arvioitu lähtöaika punnituspisteeltä
 v_{LAM} LAM-pisteessä mitattu ohitusnopeus
 s LAM-pisteiden ja punnituspisteiden välinen etäisyys

Punnittuja ajoneuvoja ja LAM-mittausasemien tietoja verrattiin siten, että jokainen punnittu ajoneuvo pyrittiin paikallistamaan johonkin LAM-aseman ohittaneeseen ajoneuvoon.

Tämän jälkeen laadittiin erillinen Excel-sovellus, jonka avulla tunnistetaan ajoneuvot, jotka ovat todennäköisesti kulkeneet LAM-pisteiden ja punnituspisteiden kautta. Sovellus käsitti Excel-tilut LAM-mittauspisteiden tietoja varten ja punnitustietoja varten sekä aputilut toisiaan vastaavien ajoneu-

vojen tunnistamiseksi. Tapaukset sovelluksessa on jaettu kahteen luokkaan: LAM-piste ennen ja LAM-piste jälkeen punnituspaikan.

LAM-pistekohtaisessa tarkastelussa erilliseen Excel-sovellukseen kopioitiin kunkin LAM-mittauspisteen tiedot:

- Punnituspisteen ja LAM-pisteen välinen etäisyys (km)
- Ajoneuvon pituus (m)
- Ajoneuvoryhmä
- Arvioitu saapumis-/poistumishetki punnituspisteeltä.

Samaan sovellukseen eri tauluun kopioitiin punnitusdatasta vastaavan LAM-pisteen kautta kulkeneiden ajoneuvojen tiedot:

- Punnitusaika
- Punnituksen ajoneuvotyyppi
- Ajoneuvotyyppin LAM-konversio.

Ajoneuvojen tyyppikonversiot on tehty seuraavan taulukon mukaisesti.

Taulukko 3. Punnituksessa käytettyjen ajoneuvojen tyyppitunnusten ja LAM-mittapisteiden ajoneuvojen tyyppitunnusten konversiotaulukko.

Tunniste punnituksessa	Tyyppi punnituksessa	LAM-tunniste	LAM-tyyppi
1	KAIP	2	KAIP
2	KAPP	4	KAPP
3 ja 5	KAVP ja KAMOD	5	KAVP
4	LA	3	LA

Excel-sovellukseen on määritelty nk. Kohosen itseorganisoituvat kartat tapauksille, jossa LAM-piste on ennen tai jälkeen punnituspaikan. Nämä kartat saadaan opettamalla solujoukko (tässä tapauksessa 10 x 10 matriisi) käsin poimittujen esimerkkihavaintojen avulla sijoittumaan siten, että sekä LAM-pisteessä että punnituspisteessä havaitut samat ajoneuvot sijoittuvat kartalla omaan joukkoonsa. Excel-sovelluksessa LAM-mittauspisteissä havaittujen ajoneuvojen esiintyminen punnitusdatassa tutkitaan seuraavien muuttujien avulla:

- Absoluuttinen pituusero | LAM-pituus – punnituspituus |
- Ajoneuvon tyyppiero
- Ajoneuvon punnitusajan ja LAM-pisteen mittausajan perusteella arvioitun punnitusajan erotus.

Kohosen itseorganisoituva kartta

Kohosen itseorganisoituvana karttana käytettiin 10 x 10 kokoista matriisia, joka opetettiin Teuvo Kohosen kehittämän opetusalgoritmin mukaisesti siten,

että saavutetaan riittävä erottelukyky punnituspisteissä ja LAM-pisteissä esiintyvien samojen ajoneuvojen löytämiseksi. Kunkin LAM-pisteen raskaan ajoneuvon ohitustieto tutkittiin Kohosen itseorganisoituvan kartan avulla ja mikäli LAM-pisteen ajoneuvo oli sama punnitun ajoneuvon kanssa, kirjattiin LAM-pisteen tiedostoon vastaavan punnitun ajoneuvon numero (monesko ko. päivänä punnittu ajoneuvo oli kyseessä). Kohosen karttaa käyttämällä saatiin paikannettua 60...95 % punnituista ajoneuvoista LAM-pisteissä. Tämän jälkeen täytyi tehdä vielä silmämääräinen tarkastelu niiden punnittujen ajoneuvojen osalta, jotka eivät löytyneet automaattisesti. Syynä tähän oli jo-ku seuraavista:

- LAM-pituus ei vastannut punnittua pituutta. Joissakin LAM-pisteissä havaittiin systemaattista pituuspoikkeamaa.
- Estimoitu LAM-pisteen ohitusaika ei täsmännyt. Syynä saattaa olla kuljettajan jääminen punnituspaikalle pidemmäksi aikaa, pysähtyminen tai mitattua nopeutta hitaampi eteneminen LAM-pisteen ja punnituspaikan välillä.
- LAM-pisteen autotyyppi poikkesi punnitusta.

Taulukkoon 4 on koottu punnituspäivittäin yhteenvetotiedot ajoneuvojen välisistä vertailuista.

Taulukko 4. LAM-mittauksien ja punnittujen ajoneuvojen (mukana vain ne ajoneuvot, joista onnistunut punnitustulos) vastaavuudet eri punnituspäivinä.

Punnituspis- teen vv_vko_nro	Punnituk- sia yh- teensä kpl	LAM-piste Tunnus	Löytyi LAM- mittauk- sista kpl	Vastaa- vuus-%	Pituus poi- kennut (1)	Ajon. luokka poi- kennut (2)	Aika poiken- nut (3)
98381	44	1202	43	98 %	-	3	-
98382	81	1404 ¹	80	99 %	1	1	-
98383	32	1401	27	84 %	1	-	-
98391	27	1424	25	93 %	-	2	1
98392	33	1203	32	97 %	1	2	-
98393	28	1232	28	100 %	3	2	-
98401	51	1324	51	100 %	3	2	5
98402	58	1301	57	98 %	5	2	3
98403	48	1322	47	98 %	3	1	3
98411	23	705	22	96 %	1	-	1
98412	53	702	53	100 %	15 ²	2	1
98413	30	723	30	100 %	2	1	5
98421	63	603	61	97 %	3	2	4

¹ LAM-pisteen havaittu mittaussuunta poikkesi ilmoitetusta mittaussuunnasta eli vastaavuus parani oleellisesti, kun mittaussuunta vaihdettiin vastakkaiseksi.

² LAM-pituus osoitti systemaattista virhettä ylöspäin

Punnituspis- teen vv_vko_nro	Punnituk- sia yh- teensä kpl	LAM-piste Tunnus	Löytyi LAM- mittauk- sista kpl	Vastaa- vuus-%	Pituus poi- kennut (1)	Ajon. luokka poi- kennut (2)	Aika poiken- nut (3)
98422	60	821	59	98 %	3	2	-
98423	75	803	75	100 %	3	2	1
98431	62	902	62	100 %	11 ³	2	-
98432	43	905	37	86 %	-	6	1
98433	71	922	71	100 %	3	3	2
98441	97	404	96	99 %	12	5	2
98442	78	426	77	99 %	4	3	4
98443	110	402	109	99 %	5	4	8
98451	88	206	86	98 %	4	1	1
98452	85	224	81	95 %	5 ⁴	2	
98453	85	210	70	82 %	6	1	1
98461	101	425	101	100 %	16 ⁴	6	4
98462	132	201	129	98 %	17	6	3
98463	84	122	76	90 %	5	1	9 ⁵
98471	112	502	110	98 %	-	6	1
98472	139	522	138	99 %	4	4	-
98473	113	583	110	97 %	3	8	4
98481	129	108	117	91 %	- ⁶	-	-
98482	176	141	165	94 %	-	-	-
98483	122	424 ¹	104	85 %	-	-	-
98491	61	602	61	100 %	-	3	3 ⁷
98492	66	921	66	100 %	6	3	- ⁸
98493	72	623	72	100 %	1	-	-
99121	43	1004	0 ⁹				
99122	48	1022	47	98 %	11 ¹⁰	3	1
99123	85	1021	83	98 %	4	4	1
99151	45	1122	42	93 %	1	3	- ¹¹
99152	42	1103	42	100 %	3	1	1
99153	45	1123	40	89 %	-	-	- ¹²
99161	48	1101	48	100 %	4	3	- ¹²
99162	128	1222	127	99 %	4	4	- ¹¹
99163	75	1223	44 ¹³	59 %	-	-	- ¹¹
99171	98	1007	98	100 %	1	9	-

3 Pituus poikennut systemaattisesti alaspäin LAM-mittauksessa n. -1 m
4 Pituudessa systemaattinen poikkeama. Virhe noin + 0.7 .. + 1 m
5 LAM-pisteen ja punnituspisteen välillä kahvio.
6 Pituuteen tehty +1.5 m muutos LAM-pisteessä.
7 LAM-kelloaikaan lisätty systemaattisesti + 4 min
8 LAM-kelloaikaan lisätty systemaattisesti + 10 min
9 LAM-pisteen valinta ei ollut hyvä, koska liikenne on voinut poiketa pois tai liittyä tielle punnitus-
pisteen ja LAM-pisteen välillä. Vastaavuudet huonoja.
10 Pituusmittauksessa systemaattinen virhe. LAM näyttää n. 1 m liikaa.
11 LAM-kelloaikaan lisätty + 2 min
12 LAM-kelloaikaan lisätty + 3 min
13 LAM rikki 10:11-12:05

Punnituspis- teen vv_vko_nro	Punnituk- sia yh- teensä kpl	LAM-piste Tunnus	Löytyi LAM- mittauk- sista kpl	Vastaa- vuus-%	Pituus poi- kennut (1)	Ajon. luokka poi- kennut (2)	Aika poiken- nut (3)
99172	118	1023	118	100 %	5	3	2 ¹¹
99211	80	1221	74	93 %	-	-	- ¹²
Yhteensä	3587		3514	98 %			

Sarakkeet (1)...(3) Ohjelmalla tehdyn haun jälkeen on silmämääräisesti etsitty niitä punnittuja ajoneuvoja, joita ohjelmalla ei pystytty löytämään. Joissakin tapauksissa on vastaavuus pystytty toteamaan, kun on todettu poikkeama LAM-pisteen mittauksessa (pituus, autotyyppi tai ohitus aika).

Ekvivalentti akselimassa ja ekvivalenttikerroin

Ekvivalentti akselimassa ja ekvivalenttikerroin on laskettu ajoneuvoille seuraavista kaavoista:

$$\text{yksirenkainen yksittäis akseli:} \quad E = \left(\frac{m}{8} \right)^4 \quad (E1)$$

$$\text{kaksirenkainen yksittäis akseli:} \quad E = \left(\frac{m}{10} \right)^4 \quad (E2)$$

$$\text{kaksi akselinen ilmajousitettu teli:} \quad E = C_k * \left(\frac{\sum_{i=1}^2 m_i}{18,5} \right)^4 \quad (E3)$$

$$\text{kaksi akselinen ei-ilmajousitettu teli:} \quad E = C_k * \left(\frac{\sum_{i=1}^2 m_i}{17,5} \right)^4 \quad (E4)$$

kolme akselinen teli, jossa kaikki pyörät eivät ole leveitä yksittäisrenkaita:

$$E = C_k * \left(\frac{\sum_{i=1}^3 m_i}{25} \right)^4 \quad (E5)$$

kolmeakselinen teli, jossa kaikki pyörät ovat leveitä yksittäisrenkaita:

$$E = C_k * \left(\frac{\sum_{i=1}^3 m_i}{23,5} \right)^4 \quad (E6)$$

$$C_k * = (2 \wedge (1 / N)) \wedge S \quad (E7)$$

$$m_E = 10 * E \quad (E8)$$

missä	m_E	ekvivalentti akselimassa (t)
	E	ekvivalenttikerroin
	m	yksiakselisen akselinmassa (t)
	m_i	teliin kuuluvan yhden akselin akselimassa (t)
	N	akselien kokonaismäärä akseliryhmässä
	S	yksittäisrenkailla varustettujen akselien lukumäärä akseliryhmässä

Jos telissä on ollut punnituksen yhteydessä ylhäällä olevia akseleita (akselimassa=0), on ekvivalentti akselimassa ja ekvivalenttikerroin on laskettu ajoneuvoille alhaalla olevien akselien lukumäärän mukaisesti. Tietokantaan on kuitenkin tallennettu tieto, kuinka monta akselia ko. akseliryhmään kuuluu. Esimerkiksi jos 3-akselisen telin yksi akseli on ollut ylhäällä ja kaksi akselia alhaalla, on ekvivalentti akselimassa ja ekvivalenttikerroin laskettu kaavasta (E3) tai (E4) riippuen jousituksesta. Tietokantaan on tehty tällöin merkintä kenttään Akselimassatyyppi = 2.3.

Omamassatietojen täydentäminen

Osalle punnittuja ajoneuvoja ei voitu saada omamassatietoja joko puutteellisesti kirjatun rekisteritunnuksen tai koerekisterissä olevan ajoneuvon tai ulkomaisen ajoneuvon takia. Puuttuvat omamassatiedot pyrittiin tutkimuksessa kuitenkin arvioimaan mahdollisimman kattavasti tunnettujen ajoneuvojen avulla

Arviointi tehtiin siten, että laadittiin tunnettujen omamassatietojen perusteella ajoneuvotyyppikohtainen (vetoauto, puoliperävaunu, varsinainen perävaunu) aineisto, jonka avulla opetettiin Kohosen kartta. Näitä kartoja hyödynnettiin sitten määrittämään puuttuvat omamassat. Excel-sovelluksena määriteltiin Kohosen itseorganisoidut kartat, joiden koko oli 20 x 20 solua.

Vetoautojen omamassoja määritettäessä käytettiin seuraavia muuttujia:

- Autotyyppi (vetoautossa autotyyppi vaikuttaa omamassaan)
- Vetoauton tyyppi
- Vetoauton päällisrakenne
- Vetoauton 1. akselin punnittu akselimassa

- Vetoauton 2. akselin punnittu akselimassa
- Vetoauton 3. akselin punnittu akselimassa
- Vetoauton 4. akselin punnittu akselimassa
- Vetoauton 5. akselin punnittu akselimassa
- Tunnettujen ajoneuvojen omamassojen keskiarvo.

Puoliperävaunujen omamassoja määritettäessä käytettiin seuraavia muuttujia:

- Puoliperävaunun tyyppi
- Puoliperävaunun päällisrakenne
- Puoliperävaunun 1. akselin punnittu akselimassa
- Puoliperävaunun 2. akselin punnittu akselimassa
- Puoliperävaunun 3. akselin punnittu akselimassa
- Puoliperävaunun 4. akselin punnittu akselimassa
- Puoliperävaunun 5. akselin punnittu akselimassa
- Tunnettujen ajoneuvojen omamassojen keskiarvo.

Varsinaisten perävaunujen omamassoja määritettäessä käytettiin seuraavia muuttujia:

- Varsinaisen perävaunun tyyppi
- Varsinaisen perävaunun päällisrakenne
- Varsinaisen perävaunun 1. akselin punnittu akselimassa
- Varsinaisen perävaunun 2. akselin punnittu akselimassa
- Varsinaisen perävaunun 3. akselin punnittu akselimassa
- Varsinaisen perävaunun 4. akselin punnittu akselimassa
- Varsinaisen perävaunun 5. akselin punnittu akselimassa
- Tunnettujen ajoneuvojen omamassojen keskiarvo.

Itseorganisointuvaa karttaa hyödynnettiin opetuksen jälkeen siten, että puuttuvien omamassatietojen ajoneuvoista (seuraavassa vetoauto) annettiin kaikki muut tiedot ja kartasta haettiin se solu, jossa saatiin minimi erosuure

haetaan pienin e eli se solu (n,m) , jossa lauseke:

$$e = \sqrt{(at_p - at_K(n,m))^2 + (t_p - t_K(n,m))^2 + (p_p - p_K(n,m))^2 + \sum_{i=1}^5 (m_{ip} - m_{iK}(n,m))} \quad (O1)$$

antaa minimin

missä at_p autotyyppi punnituksessa
 $at_K(n,m)$ autotyyppi Kohosen kartan solussa (n,m)

t_p	vetoauton tyyppi punnituksessa
$t_K(n, m)$	vetoauton tyyppi Kohosen kartan solussa (n,m)
p_p	vetoauton päällisrakenne punnituksessa
$p_K(n, m)$	vetoauton päällisrakenne Kohosen kartan solussa (n,m)
m_{ip}	vetoauton i:s (1...5) akselimassa punnituksessa
$m_{iK}(n, m)$	vetoauton i:s (1...5) akselimassa Kohosen kartan solussa (n,m)

Puoli- ja varsinaisille perävaunuille tehtiin vastaavanlainen haku kuin kaavassa (O1), mutta perävaunuilla ei ollut tarpeen käyttää autotyyppitietoa.

Minimisolun löydyttyä kaavan (O1) perusteella ajoneuvon omamassaksi otettiin Kohosen kartan omamassa solusta (n,m).

12. TUTKIMUSTULOSTEN YLEISTÄMINEN

Punnitun ajoneuvon laajentaminen LAM-mittauksista

Kuhunkin punnituspisteeseen valittiin mahdollisimman lähellä oleva LAM-piste, joka sisältäisi mahdollisuuksien mukaan kaiken sen liikenteen, mikä on kulkenut punnituspisteenkin kautta. Tämä tavoite toteutuikin varsin hyvin muutamaa LAM-pistettä lukuun ottamatta.

LAM-pisteen mittaustietojen avulla on laajennettu punnitustulos käsittämään ensin ko. LAM-pisteen kautta kulkevaksi punnitusvuorokauden liikenteeksi ja vuositietojen perusteella vuoden keskimääräiseksi vuorokausiliikenteeksi. Laajennus on tehty seuraavien kaavojen mukaan autotyypeittäin:

$$\text{vuorokausilaajennuskertoimen:} \quad K_{24} = \frac{N_{24}}{n_p} \quad (\text{L1})$$

$$\text{vuosilaajennuskertoimen} \quad K_{\overline{24}} = \frac{N_{\overline{24}}}{N_{24}} \quad (\text{L2})$$

$$\text{vuoden keskimääräinen vuorokausi:} \quad K = K_{\overline{24}} * K_{24} \quad (\text{L3})$$

missä	K_{24}	ko. autotyypin mittausvuorokauden laajennuskertoimen ko. punnituspisteessä tutkimussuunnassa
	$K_{\overline{24}}$	ko. autotyypin vuoden keskimääräisen liikenteen kertoimen verrattuna punnituspisteen vuorokauden tutkimussuunnan liikenteeseen
	N_{24}	ko. autotyypin vuorokauden liikenne ko. LAM-pisteessä tutkimussuunnassa (kpl/d)
	n_p	ko. autotyypin punnitut ajoneuvot (kpl)
	$N_{\overline{24}}$	ko. autotyypin vuoden keskimääräinen liikenne ko. LAM-pisteessä molempiin suuntiin (kpl/d)

Lam-pisteittäin lasketut kertoimet on esitetty seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 1. Autotyypin 1 (KAIP) laajennuskertoimet.

LAM_piste	Punnittuja ajoneuvoja n_p	Tutkimus-suunnan liikenne punnituspäivänä N_{24}	Autotyypin 1 keskimääräinen vuorokausiliikenne N_{24}	Vuorokausilaajennuskertoimen K_{24}	Vuosilaajennuskertoimen K_{24}
1004	18	- ¹	-	-	-
1007	31	293	230.0	9.45	0.78
1021	16	135	107.9	8.44	0.80
1022	9	69	78.2	7.67	1.13
1023	27	294	252.9	10.89	0.86
108	30	391	406.7	13.03	1.04
1101	7	49	59.2	7.00	1.21
1103	11	66	50.4	6.00	0.76
1122	19	56	45.8	2.95	0.82
1123	16	120	83.7	7.50	0.70
1202	8	262	173.3	32.75	0.66
1203	10	90	55.5	9.00	0.62
122	24	185	153.3	7.71	0.83
1221	12	79	75.6	6.58	0.96
1222	20	247	249.2	12.35	1.01
1223	18	180	162.3	10.00	0.90
1232	10	63	42.7	6.30	0.68
1301	14	124	116.0	8.86	0.94
1322	7	112	61.5	16.00	0.55
1324	15	74	42.5	4.93	0.57
1401	5	94	82.9	18.80	0.88
1404	23	305	218.7	13.26	0.72
141	41	393	360.9	9.59	0.92
1424	8	108	73.3	13.50	0.68
201	29	291	234.5	10.03	0.81
206	32	229	159.3	7.16	0.70
210	22	198	137.6	9.00	0.69
224	24	103	70.5	4.29	0.68
402	19	382	297.3	20.11	0.78
404	24	295	199.1	12.29	0.68
424	17	284	262.3	16.71	0.92
425	17	147	137.3	8.65	0.93
426	19	126	103.5	6.63	0.82
502	22	214	186.3	9.73	0.87
522	22	227	208.8	10.32	0.92
583	20	278	214.5	13.90	0.77
602	9	77	85.5	8.56	1.11
603	17	127	101.1	7.47	0.80
623	5	105	69.1	21.00	0.66
702	17	253	153.6	14.88	0.61
705	4	134	92.5	33.50	0.69
723	4	57	45.4	14.25	0.80
803	18	256	163.3	14.22	0.64
821	16	103	83.8	6.44	0.81
902	11	111	76.6	10.09	0.69

¹ LAM-pisteen 1004 vastaavuus punnittuihin ajoneuvoihin oli erittäin heikko ja on siten jätetty huomioimatta

LAM_piste	Punnittuja ajo- neuvoja n_p	Tutkimus- suunnan lii- kenne punni- tuspäivänä N_{24}	Autotyyppin 1 keskimääräi- nen vuorokau- siliikenne N_{24}	Vuorokausi- laajennusker- roin K_{24}	Vuosilaajen- nuskerroin K_{24}
905	26	88	56.7	3.38	0.64
921	23	90	69.1	3.91	0.77
922	13	269	223.2	20.69	0.83
	829				

Taulukko 2. Autotyyppin 2 (KAPP) laajennuskertoimet.

LAM_piste	Punnittuja ajo- neuvoja n_p	Tutkimus- suunnan lii- kenne punni- tuspäivänä N_{24}	Autotyyppin 2 keskimääräi- nen vuorokau- siliikenne N_{24}	Vuorokausi- laajennusker- roin K_{24}	Vuosilaajen- nuskerroin K_{24}
1004	4				
1007	15	127	86.7	8.47	0.68
1021	15	189	120.0	12.60	0.63
1022	11	87	63.1	7.91	0.73
1023	12	82	72.2	6.83	0.88
108	42	376	383.6	8.95	1.02
1101	7	66	62.7	9.43	0.95
1103	2	11	12.5	5.50	1.13
1122	3	10	12.6	3.33	1.26
1123	1	28	19.3	28.00	0.69
1202	10	136	78.4	13.60	0.58
1203	1	4	3.9	4.00	0.97
122	22	204	138.2	9.27	0.68
1221	11	66	52.8	6.00	0.80
1222	5	111	109.1	22.20	0.98
1223	0	45	19.7	0.00	0.44
1232	1	8	8.4	8.00	1.05
1301	3	25	20.3	8.33	0.81
1322	4	30	27.5	7.50	0.92
1324	1	10	8.0	10.00	0.80
1401	3	31	25.2	10.33	0.81
1404	9	80	66.6	8.89	0.83
141	65	408	467.4	6.28	1.15
1424	3	28	20.3	9.33	0.72
201	34	239	246.8	7.03	1.03
206	12	124	103.0	10.33	0.83
210	7	72	61.3	10.29	0.85
224	12	29	31.8	2.42	1.10
402	26	317	287.7	12.19	0.91
404	11	132	97.7	12.00	0.74
424	47	394	307.9	8.38	0.78
425	21	146	102.0	6.95	0.70
426	8	96	78.6	12.00	0.82
502	24	138	159.4	5.75	1.15
522	38	261	291.3	6.87	1.12
583	40	286	323.0	7.15	1.13
602	15	104	78.2	6.93	0.75
603	6	87	68.3	14.50	0.78
623	10	135	31.0	13.50	0.23

LAM_piste	Punnittuja ajo- neuvoja n_p	Tutkimus- suunnan lii- kenne punni- tuspäivänä N_{24}	Autotyypin 2 keskimääräi- nen vuorokau- silikenne N_{24}	Vuorokausi- laajennusker- roin K_{24}	Vuosilaajen- nuskerroin K_{24}
702	3	29	20.3	9.67	0.70
705	3	14	10.5	4.67	0.75
723	7	26	16.2	3.71	0.62
803	7	46	46.6	6.57	1.01
821	12	42	26.4	3.50	0.63
902	8	93	65.6	11.63	0.71
905	1	17	10.0	17.00	0.59
921	9	45	31.0	5.00	0.69
922	12	91	73.7	7.58	0.81
	623				

Taulukko 3. Autotyypin 3 (KAVP) laajennuskertoimet.

LAM_piste	Punnittuja ajo- neuvoja n_p	Tutkimus- suunnan lii- kenne punni- tuspäivänä N_{24}	Autotyypin 3 keskimääräi- nen vuorokau- silikenne N_{24}	Vuorokausi- laajennusker- roin K_{24}	Vuosilaajen- nuskerroin K_{24}
1004	18				
1007	45	596	461.5	13.24	0.77
1021	49	641	450.1	13.08	0.70
1022	28	361	268.9	12.89	0.74
1023	73	616	470.0	8.44	0.76
108	56	597	535.3	10.66	0.90
1101	29	384	263.5	13.24	0.69
1103	26	210	141.8	8.08	0.68
1122	20	146	105.3	7.30	0.72
1123	23	158	107.6	6.87	0.68
1202	23	731	550.7	31.78	0.75
1203	12	85	66.2	7.08	0.78
122	33	285	217.4	8.64	0.76
1221	50	605	388.5	12.10	0.64
1222	88	805	807.5	9.15	1.00
1223	36	180	202.4	5.00	1.12
1232	16	104	80.7	6.50	0.78
1301	30	305	212.2	10.17	0.70
1322	31	364	277.9	11.74	0.76
1324	33	262	138.0	7.94	0.53
1401	21	289	201.1	13.76	0.70
1404	44	451	326.4	10.25	0.72
141	63	547	565.4	8.68	1.03
1424	11	215	149.5	19.55	0.70
201	58	601	416.6	10.36	0.69
206	42	532	368.4	12.67	0.69
210	51	375	285.8	7.35	0.76
224	46	236	178.0	5.13	0.75
402	59	725	607.8	12.29	0.84
404	56	745	510.6	13.30	0.69
424	51	716	680.2	14.04	0.95
425	59	689	469.0	11.68	0.68
426	43	284	199.0	6.60	0.70
502	65	782	575.1	12.03	0.74
522	72	892	742.0	12.39	0.83

LAM_piste	Punnittuja ajo- neuvoja n_p	Tutkimus- suunnan lii- kenne punni- tuspäivänä N_{24}	Autotyyppin 3 keskimääräi- nen vuorokau- siliikenne N_{24}	Vuorokausi- laajennusker- roin K_{24}	Vuosilaajen- nuskerroin K_{24}
583	47	717	525.8	15.26	0.73
602	28	415	318.4	14.82	0.77
603	34	454	374.4	13.35	0.82
623	56	557	139.6	9.95	0.25
702	23	252	202.5	10.96	0.80
705	15	211	152.5	14.07	0.72
723	14	131	123.1	9.36	0.94
803	39	524	393.9	13.44	0.75
821	28	317	247.8	11.32	0.78
902	42	480	344.1	11.43	0.72
905	12	108	75.6	9.00	0.70
921	25	207	139.6	8.28	0.67
922	40	573	436.0	14.33	0.76
	1863				

Taulukko 4. Autotyyppin 4 (LA) laajennuskertoimet.

LAM_piste	Punnittuja ajo- neuvoja n_p	Tutkimus- suunnan lii- kenne punni- tuspäivänä N_{24}	Autotyyppin 4 keskimääräi- nen vuorokau- siliikenne N_{24}	Vuorokausi- laajennusker- roin K_{24}	Vuosilaajen- nuskerroin K_{24}
1004	3				
1007	7	101	86.5	14.43	0.86
1021	5	73	69.9	14.60	0.96
1022	0	23	22.1	0.00	0.96
1023	6	125	103.3	20.83	0.83
108	1	102	153.5	102.00	1.50
1101	5	39	42.5	7.80	1.09
1103	3	23	20.8	7.67	0.90
1122	3	25	19.2	8.33	0.77
1123	5	25	19.7	5.00	0.79
1202	3	122	88.3	40.67	0.72
1203	10	29	32.6	2.90	1.12
122	5	79	88.4	15.80	1.12
1221	7	56	54.2	8.00	0.97
1222	15	115	130.4	7.67	1.13
1223	21	141	121.1	6.71	0.86
1232	1	33	35.4	33.00	1.07
1301	11	83	57.0	7.55	0.69
1322	6	68	65.6	11.33	0.96
1324	2	18	19.0	9.00	1.06
1401	3	24	34.1	8.00	1.42
1404	5	91	89.1	18.20	0.98
141	7	101	188.7	14.43	1.87
1424	5	61	60.7	12.20	0.99
201	11	163	171.4	14.82	1.05
206	2	69	75.7	34.50	1.10
210	5	65	61.6	13.00	0.95
224	3	24	23.9	8.00	0.99
402	6	100	141.8	16.67	1.42
404	6	100	111.9	16.67	1.12

LAM_piste	Punnittuja ajoneuvoja n_p	Tutkimus-suunnan liikenne punnituspäivänä N_{24}	Autotyypin 4 keskimääräinen vuorokausiliikenne N_{24}	Vuorokausilaajennuskerroin K_{24}	Vuosilaajennuskerroin K_{24}
424	7	180	211.0	25.71	1.17
425	4	78	83.2	19.50	1.07
426	8	61	54.7	7.63	0.90
502	1	69	71.9	69.00	1.04
522	7	100	95.1	14.29	0.95
583	6	152	136.9	25.33	0.90
602	9	63	75.3	7.00	1.20
603	6	71	77.3	11.83	1.09
623	1	71	41.7	71.00	0.59
702	10	82	69.2	8.20	0.84
705	1	45	34.7	45.00	0.77
723	5	13	18.3	2.60	1.41
803	11	86	90.5	7.82	1.05
821	4	44	59.9	11.00	1.36
902	1	42	59.5	42.00	1.42
905	4	41	30.3	10.25	0.74
921	9	30	41.7	3.33	1.39
922	6	137	123.9	22.83	0.90
	272				

Taulukoissa 1...4. esitettyjä kertoimia hyödynnetään painotettuja kuormituskertalukuja laskettaessa. Kuormituskertaluku määritellään ajoneuvon/yhdistelmän akselien/telien ekvivalenttikertoimien summana. Laskenta etenee seuraavasti:

1. Lasketaan ajoneuvon kuormituskertaluvun vuoden keskimääräinen arvo

ajoneuvon kuormituskertaluku punnituksessa:

$$kk_i = \sum_{j=1}^n E_j \quad (L4)$$

ajoneuvon vuoden keskimääräisen vuorokauden kuormituskertaluku:

$$kk_{24,i} = K_i * kk_i \quad (L5)$$

missä kk_i kunkin ajoneuvon kuormituskertaluku
 E_j ajoneuvon kunkin akselin j ekvivalenttikerroin
 K_i vuoden keskimääräinen vuorokausilaajennuskerroin ko. ajoneuvon ko. punnituspisteessä kaavasta (L3)
 $kk_{24,i}$ ajoneuvon vuoden keskimääräisen vuorokauden kuormituskertaluku

2. Lasketaan ajoneuvoryhmien kuormituskertaluvun painotettu vuoden keskimääräinen arvo

KAIP ja LA ajoneuvon kuormituskertaluku:

$$kk_{(KAIP+LA)} = \frac{\left(\frac{\sum_{j=1}^n kk_{24,j}}{\sum_{j=1}^n K_j} + \frac{\sum_{i=1}^m kk_{24,i}}{\sum_{i=1}^m K_i} \right)}{(n+m)} \quad (L6)$$

missä	j	j:s KAIP-ajoneuvo
	i	i:s LA-ajoneuvo
	n	KAIP-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (829 kpl)
	m	LA-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (272 kpl)
	K_j	kunkin KAIP-ajoneuvon vuoden keskimääräinen vuorokausilaajennuskerroin ko. ajoneuvon ko. punnituspisteessä kaavasta (L3)
	K_i	kunkin LA-ajoneuvon vuoden keskimääräinen vuorokausilaajennuskerroin ko. ajoneuvon ko. punnituspisteessä kaavasta (L3)
	$kk_{24,j}$	j:n KAIP-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen vuorokauden kuormituskertaluku
	$kk_{24,i}$	i:n LA-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen vuorokauden kuormituskertaluku

KAPP ja KAVP ajoneuvon kuormituskertaluku punnituksessa:

$$kk_{(KAPP+KAVP)} = \frac{\left(\frac{\sum_{j=1}^n kk_{24,j}}{\sum_{j=1}^n K_j} + \frac{\sum_{i=1}^m kk_{24,i}}{\sum_{i=1}^m K_i} \right)}{(n+m)} \quad (L7)$$

missä	j	j:s KAPP-ajoneuvo
	i	i:s KAVP-ajoneuvo
	n	KAPP-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (623 kpl)
	m	KAVP-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (1863 kpl)
	K_j	kunkin KAPP-ajoneuvon vuoden keskimääräinen vuorokausilaajennuskerroin ko. ajoneuvon ko. punnituspisteessä kaavasta (L3)
	K_i	kunkin KAVP-ajoneuvon vuoden keskimääräinen vuorokausilaajennuskerroin ko. ajoneuvon ko. punnituspisteessä kaavasta (L3)
	$kk_{24,j}$	j:n KAPP-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen vuorokauden kuormituskertaluku
	$kk_{24,i}$	i:n KAVP-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen vuorokauden kuormituskertaluku

Painottamaton kuormituskertaluku saadaan seuraavista kaavoista:

$$kk_{(KAIP+LA)} = \frac{\left(\sum_{j=1}^n kk_j + \sum_{i=1}^m kk_i \right)}{(n + m)} \quad (L8)$$

missä j j:s KAIP-ajoneuvo
i i:s LA-ajoneuvo
n KAIP-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (829 kpl)
m LA-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (272 kpl)
 kk_j j:n KAIP-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen
vuorokauden kuormituskertaluku kaavasta (L4)
 kk_i i:n LA-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen vuoro-
kauden kuormituskertaluku kaavasta (L4)

$$kk_{(KAPP+KAVP)} = \frac{\left(\sum_{j=1}^n kk_j + \sum_{i=1}^m kk_i \right)}{(n + m)} \quad (L9)$$

missä j j:s KAPP-ajoneuvo
i i:s KAVP-ajoneuvo
n KAPP-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (623kpl)
m KAVP-ajoneuvojen lukumäärä tutkimuksessa (1863 kpl)
 kk_j j:n KAPP-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen
vuorokauden kuormituskertaluku kaavasta (L4)
 kk_i i:n KAVP-ajoneuvon ajoneuvon vuoden keskimääräisen
vuorokauden kuormituskertaluku kaavasta (L4)

Kuormituskertaluvun laskennan tulokset ovat seuraavassa taulukossa.

Taulukko 5. Kuormituskertaluvut ajoneuvoryhmittäin.

Autotyyppi	Painottamaton kuormituskertaluku kaavoista (L8)...(L9)	Painotettu kuormituskertaluku kaavoista (L6)...(L7)
KAIP+LA	0.65	0.65
KAPP+KAVP	2.35	2.34

Taulukko 6. Kuormituskertaluvut autotyypeittäin.

Autotyyppi	Painottamaton kuormituskertaluku	Painotettu kuormituskertaluku
KAIP	0.59	0.58
KAPP	1.53	1.48
KAVP	2.63	2.63
LA	0.83	0.85

Kuljetuksen pituuden arviointi

Punnituksen yhteydessä kirjattiin ylös kuljettajan ilmoituksen mukaan lähtö- ja määräpaikka. Nämä muutettiin kuntatunnuksiksi (kunnan numero) tai tuonti-/vientikuljetuksessa rajanylityspaikan tai sataman tunnukseksi. Lisäksi määritettiin jokaisen kuljetuksen mittauspaikan tunnus. Näin määritettyjen kolmen tunnuksen muodostamalle reitille (lähtöpaikka - mittauspaikka - määräpaikka) laskettiin EMME/2-ohjelmistolla kuljetuksen pituus nopeinta reittiä myöten. (Itseasiassa reitti ei välttämättä ole nopein vaan sen haussa suositetaan päätieverkkoa hieman alemman tieverkon kustannuksella).

Mikäli kuljetuksen lähtö- ja määräpaikka oli sama ja kuljetuksen pituus ylitti 600 km, kuljetuksen pituudeksi otettiin puolet lasketusta pituudesta.

13. AKSELIMASSATUTKIMUKSEN LIIKENNEVIRRRAT

Raportin tässä osassa esitetään karttoina, miltä tutkimuksen havaintoaineisto näyttää yleisten teiden verkolle sijoiteltuna. Sijoittelu on tehty EMME/2-ohjelmiston avulla. Jokaiselle havaintoaineiston kuljetukselle on haettu havaintoa vastaavan mittauspisteen kautta kulkeva optimaalinen reitti. Karttojen tarkoituksena on antaa mielikuva siitä, miten hyvin tutkimukseen valittu mittauspisteiden joukko edustaa koko tieverkon raskasta liikennettä. Yksittäisten mittauspisteiden havaintoja kuvaavista kartoista saa hyvän käsityksen kunkin pisteen vaikutusalueesta.

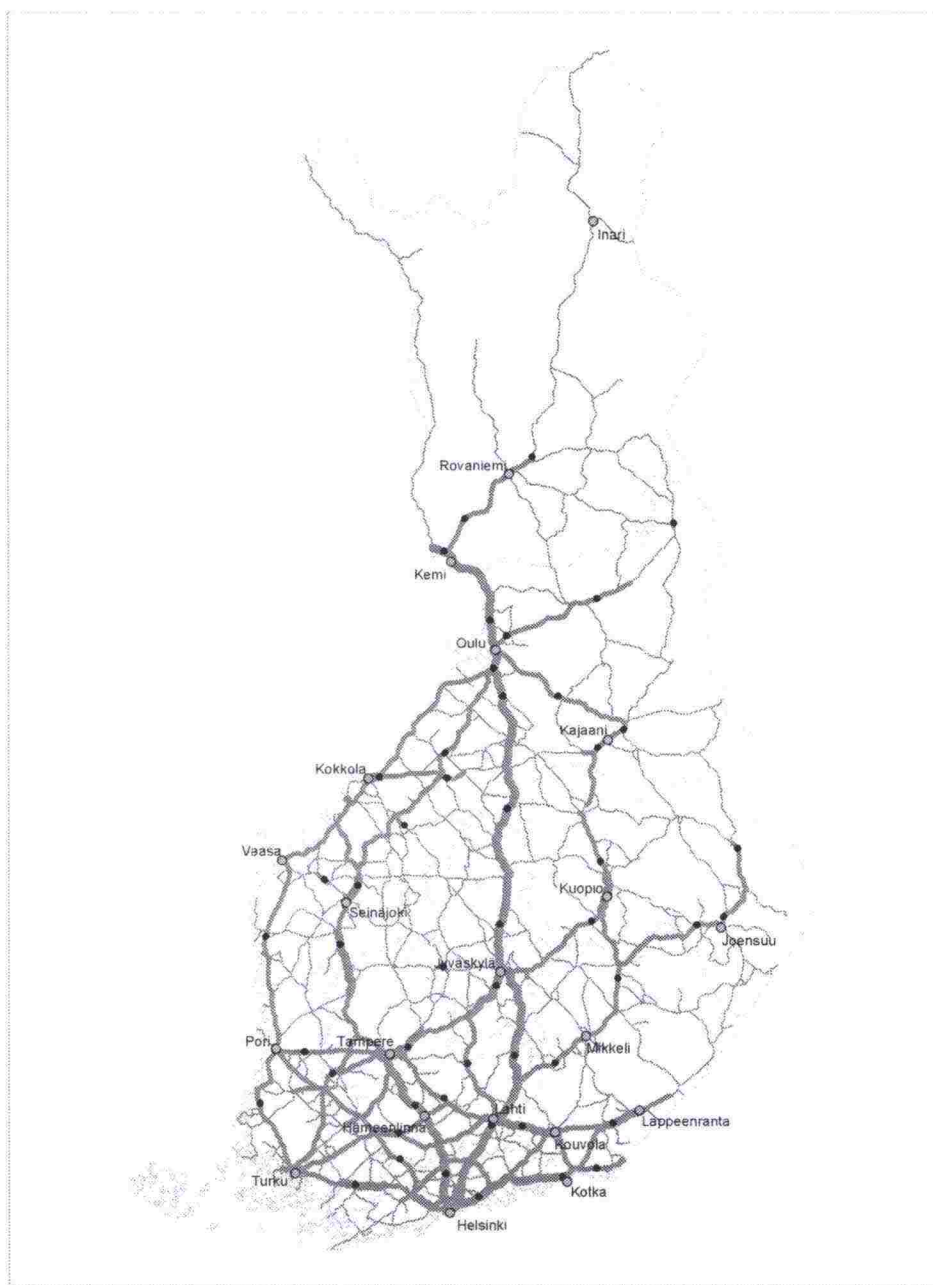
Raportissa esitetään seuraavat kartat:

- kuorma-autokuljetusten lukumäärät koko havaintoaineistosta (kpl)
- kuorma-autoilla kuljetetut tavaramäärät koko havaintoaineistosta (tonnia)
- linja-autokuljetusten lukumäärät koko havaintoaineistosta (kpl)
- kuorma-autoilla kuljetetut tavaramäärät mittauspisteittäin (tonnia).

Luvun lopussa on vielä mielenkiinnon vuoksi kaksi karttaa reiteistä, joille havaintoaineiston ulkomaiset autot hakeutuvat EMME/2 -sijoittelussa. Ulkomaiden autojen osuus havaintoaineistosta on kuitenkin niin pieni, että tuloksesta ei voi tehdä kovin pitkälle meneviä päätelmiä.

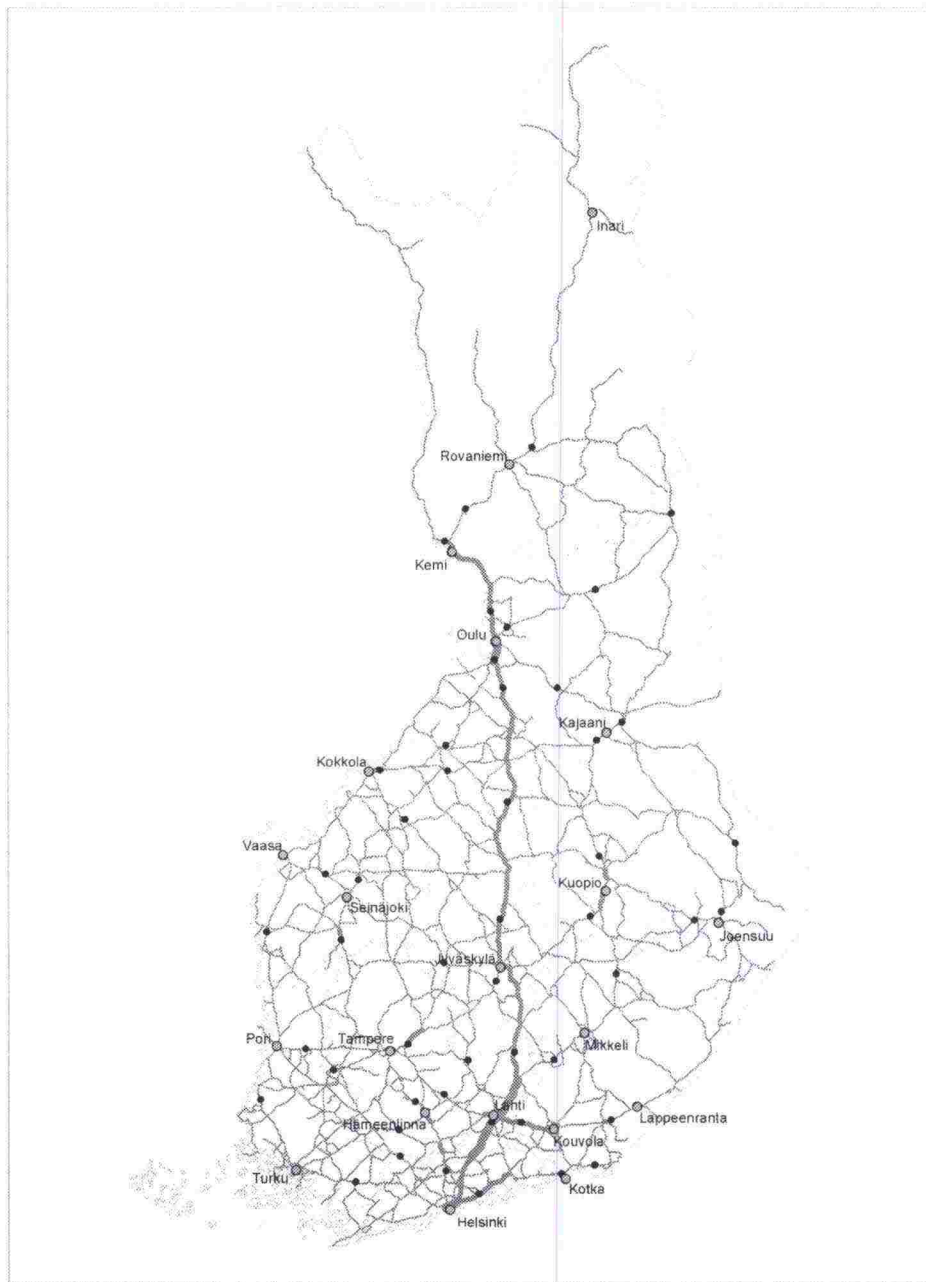
Raportissa esitetään ulkomaisista autoista seuraavat kartat:

- ulkomaille rekisteröityjen kuorma- ja linja-autojen lukumäärät koko havaintoaineistosta (kpl)
- ulkomaille rekisteröidyillä kuorma-autoilla kuljetetut tavaramäärät koko havaintoaineistosta (tonnia).



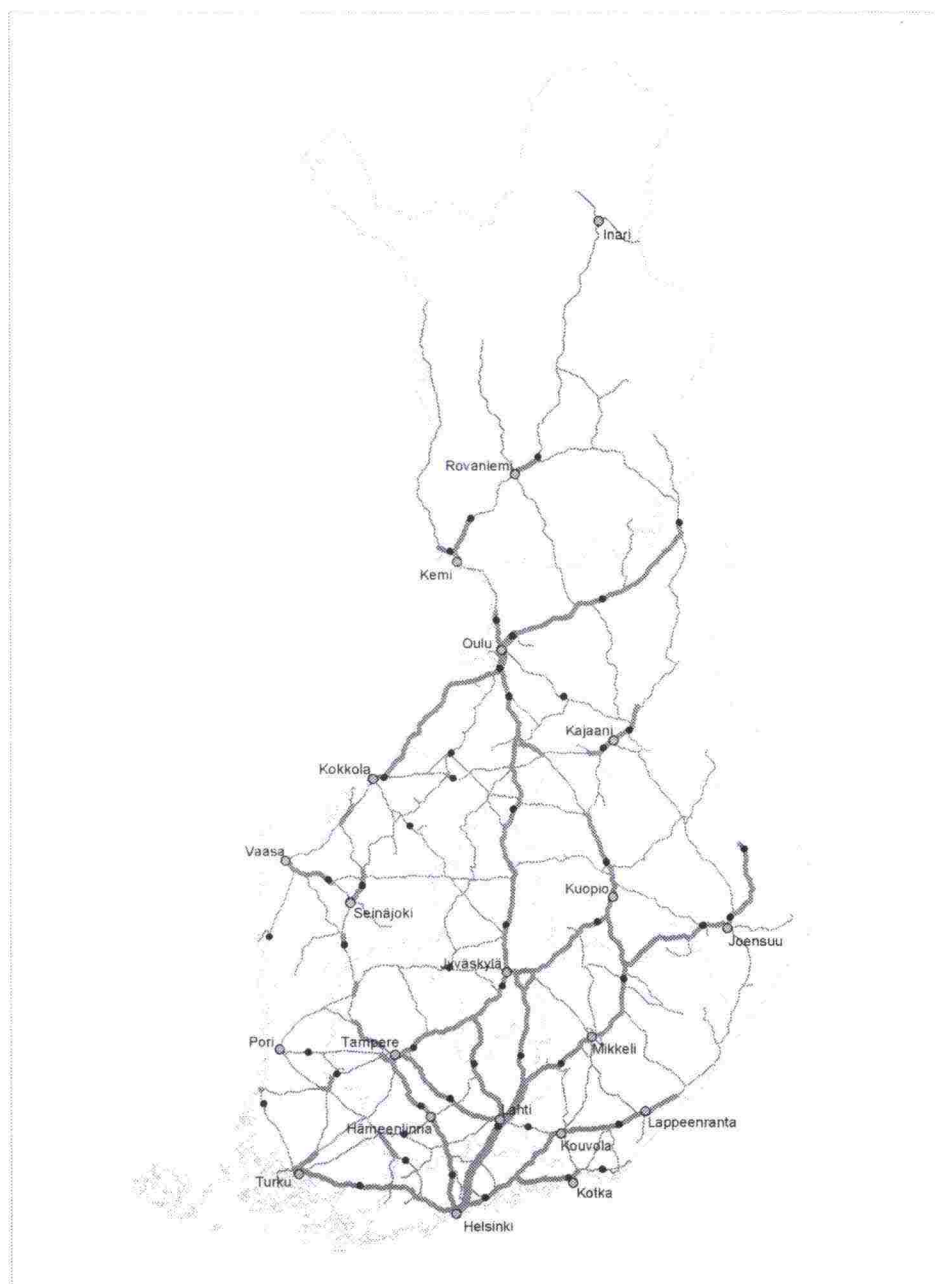
Kuorma-autokuljetusten lukumäärät koko aineistosta

- Kuntakeskukset
- Mittauspaikat
- Lukumäärä
- 1 - 39
- 40 - 141
- 142 - 486
- Piirirajat



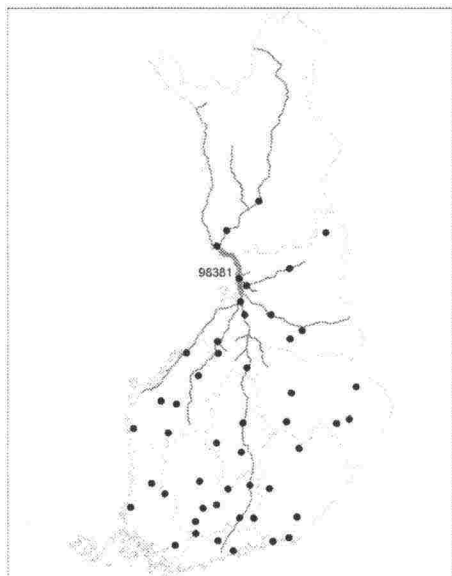
Kuorma-autoilla kuljetetut tavaramäärät (ton) koko aineistosta

- Kuntakeskukset
- Mittauspaikat
- Tonnit
- 1 - 3000
- 3001 - 5500
- 5501 - 8500
- Piirirajat

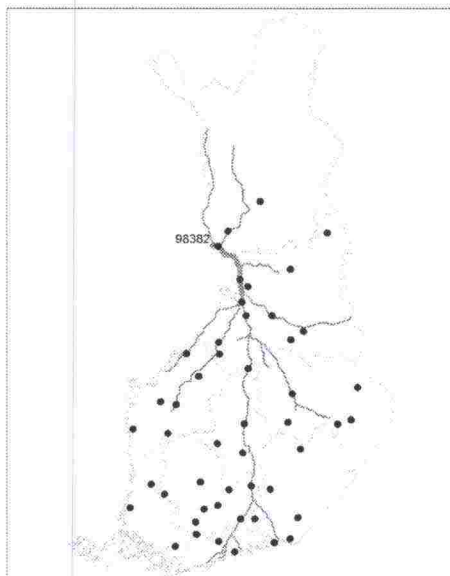


Linja-autokuljetusten lukumäärät koko aineistosta

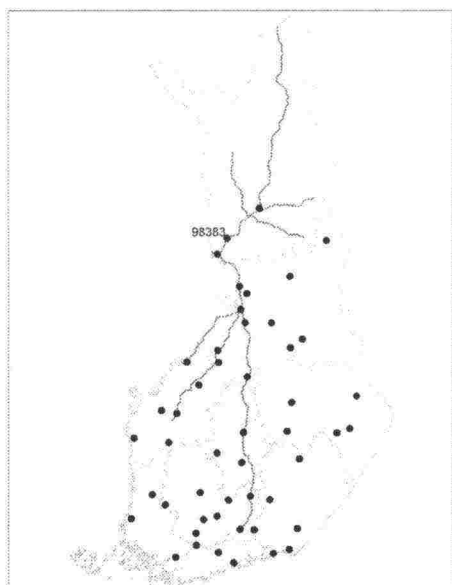




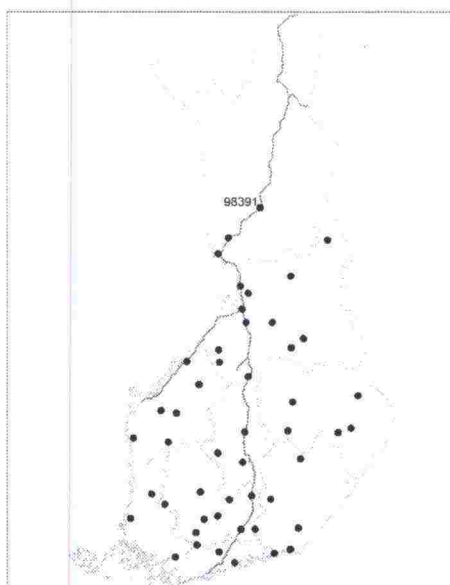
98381



98382

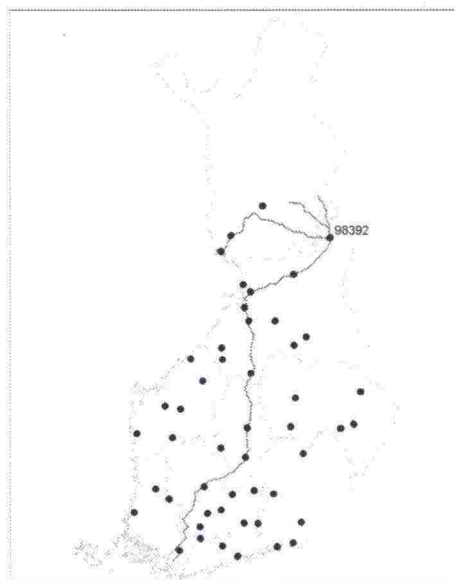


98383

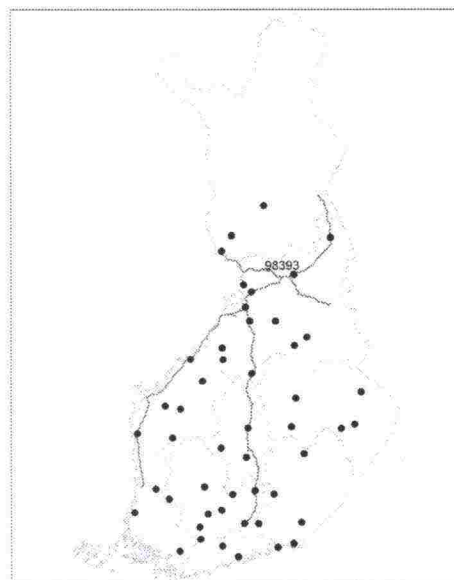


98391

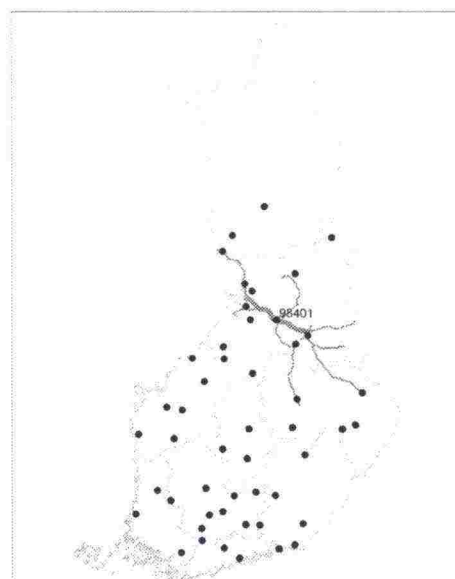
• Mittauspaikat
--- Piirirajat
Tonnimäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



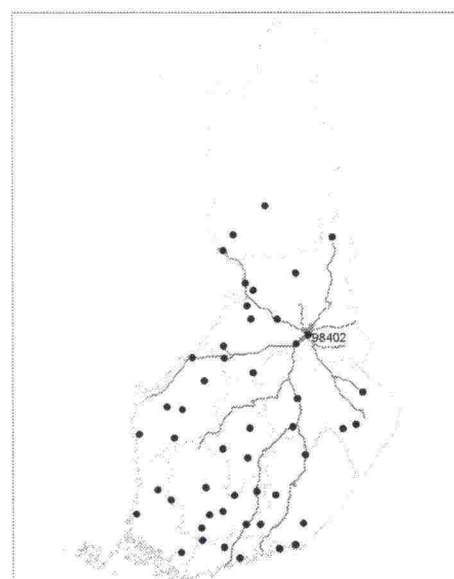
98392



98393

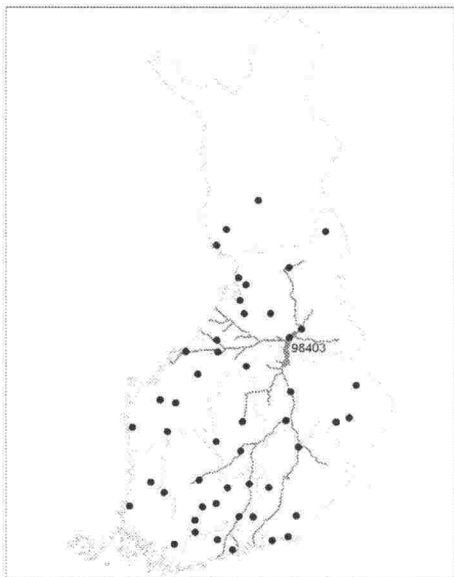


98401

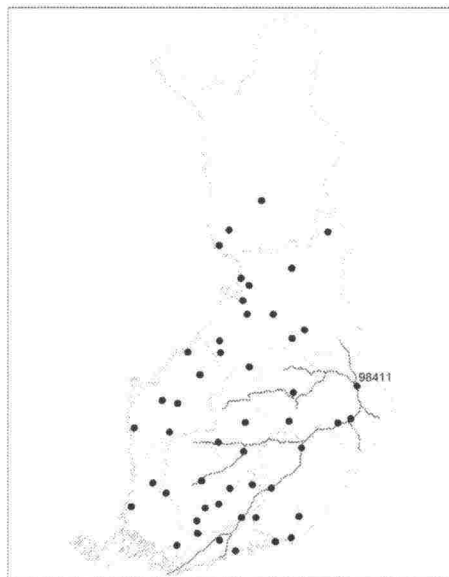


98402

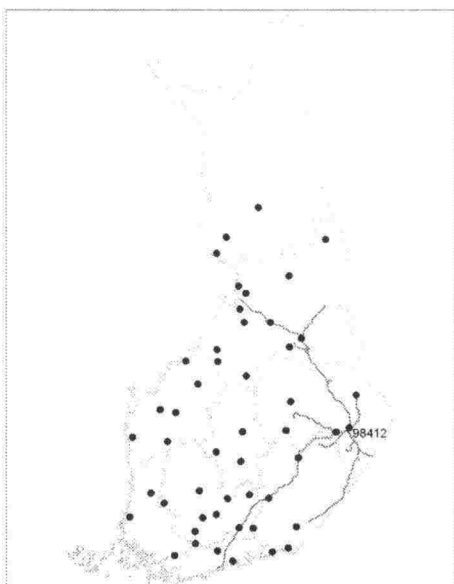
• Mittauspaikat
Piirirajat
Tonnimäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



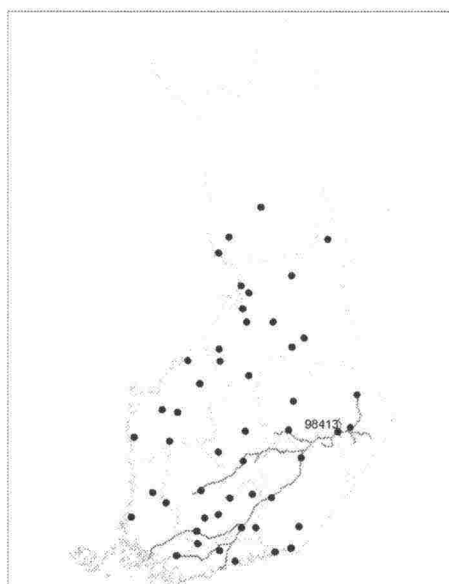
98403



98411

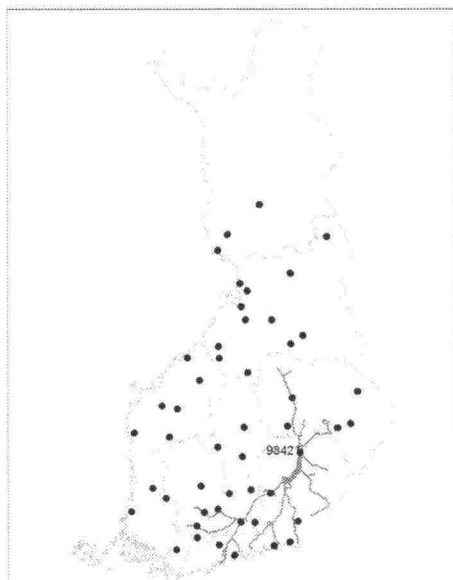


98412

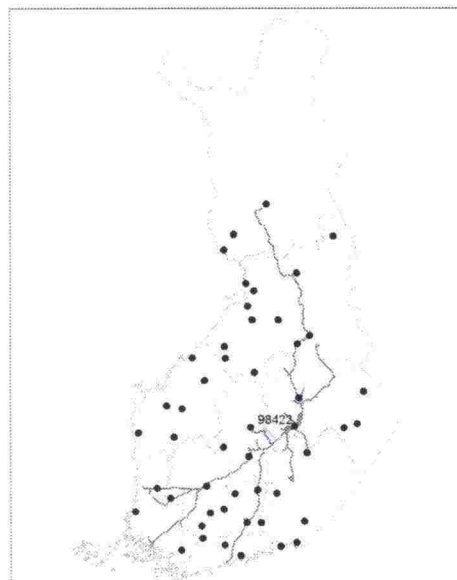


98413

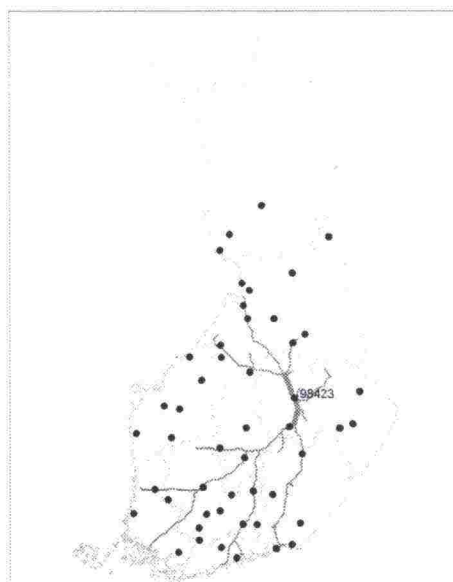
• Mittauspaikat
Päiirirajat
Tonnumäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



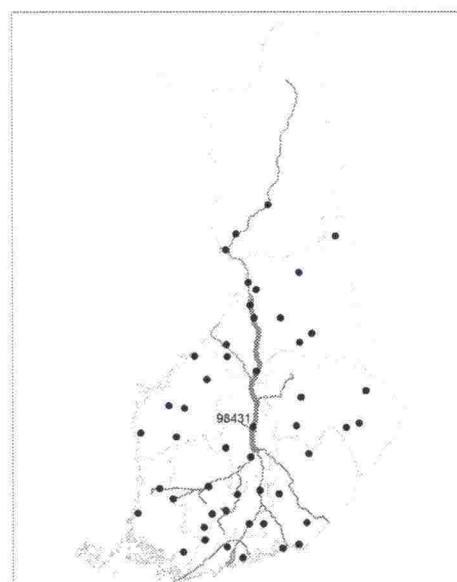
98421



98422

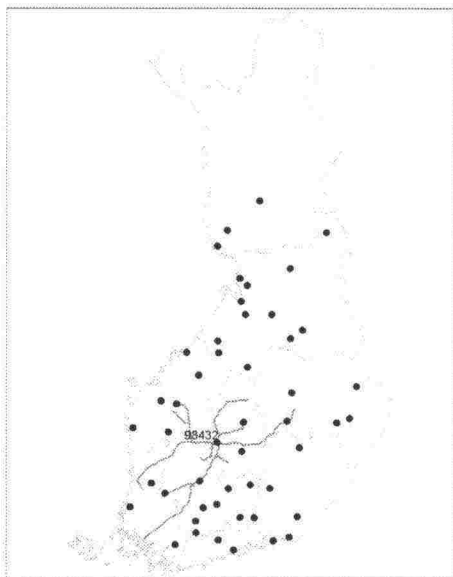


98423

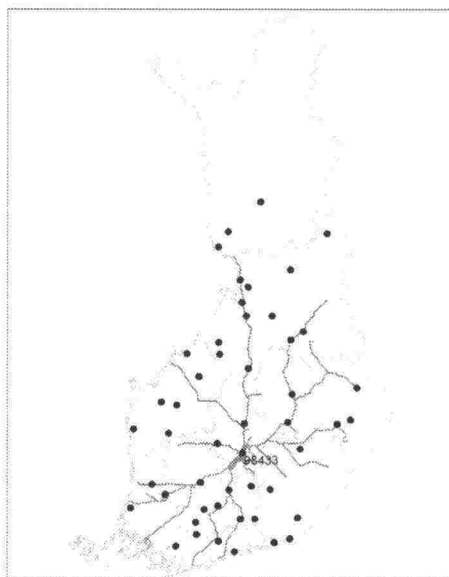


98431

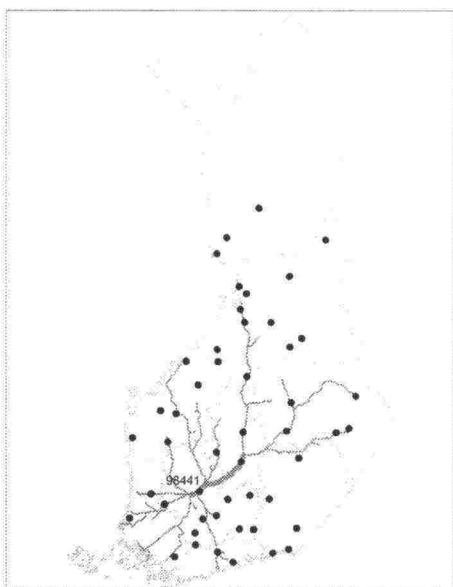
• Mittauspaikat
Piiirajat
Tonniäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



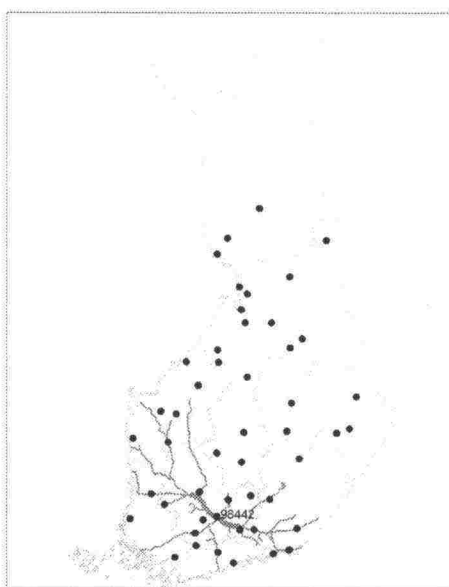
98432



98433

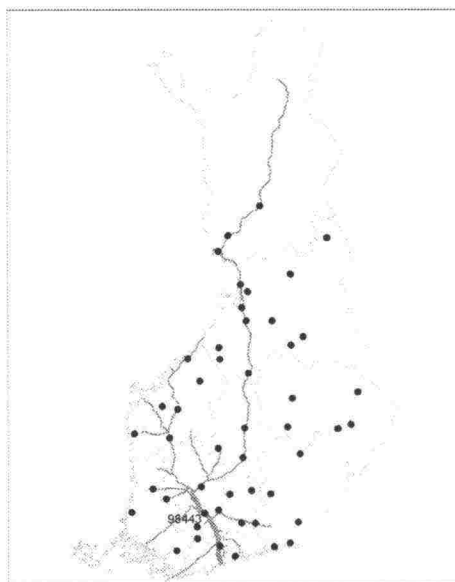


98441

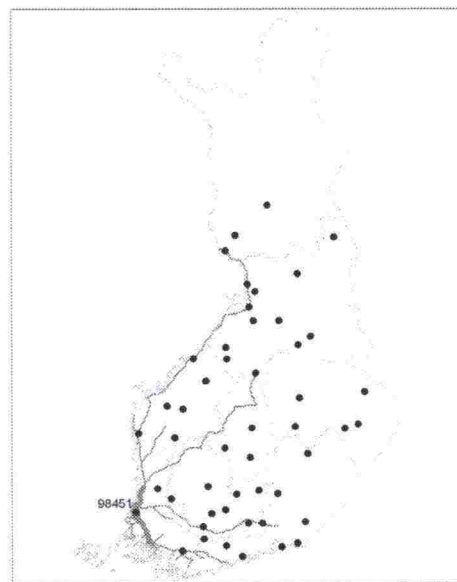


98442

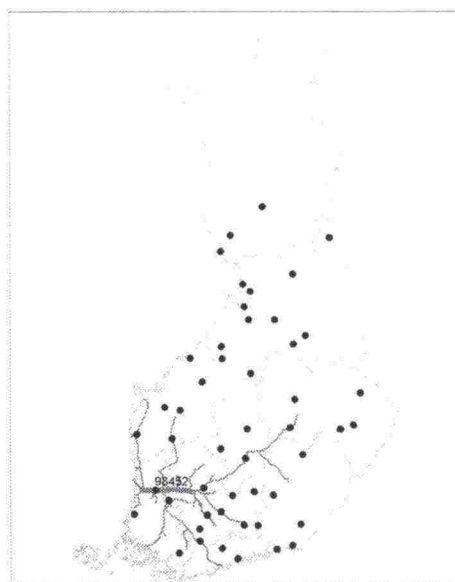
• Mittauspaikat
Päiirirajat
Toninimäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



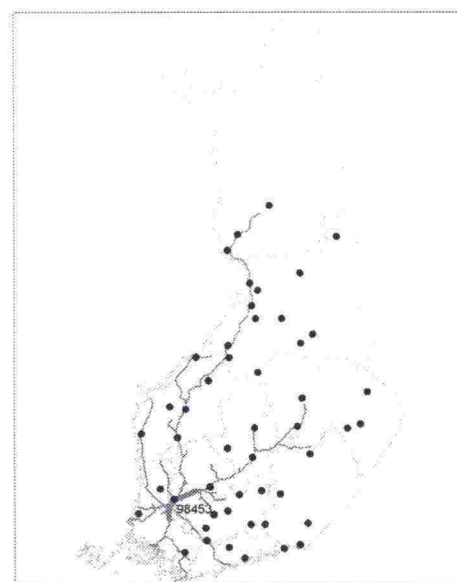
98443



98451

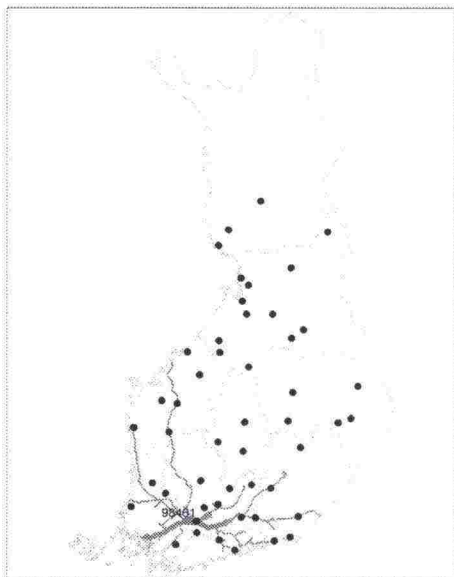


98452

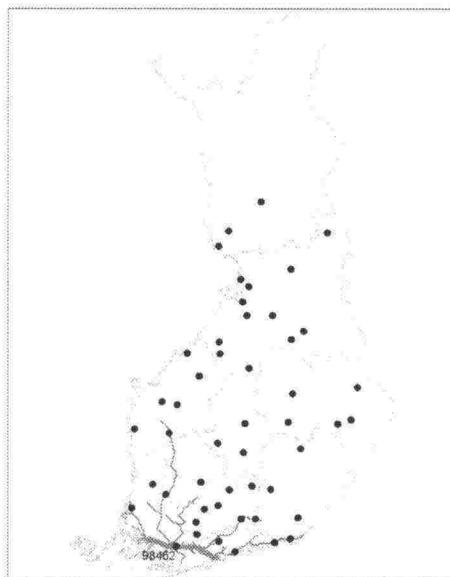


98453

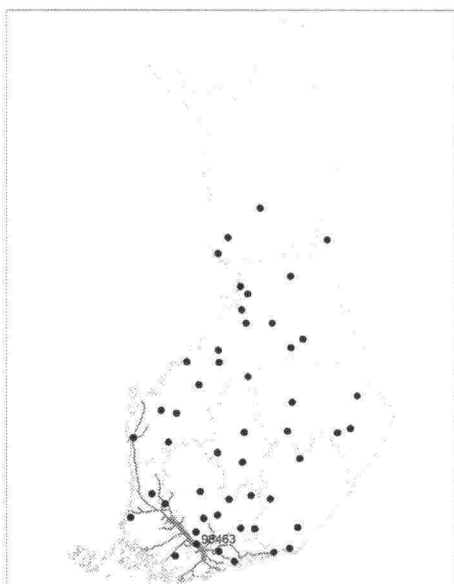
• Mittauspaikat
Piirirajat
Tonnimäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



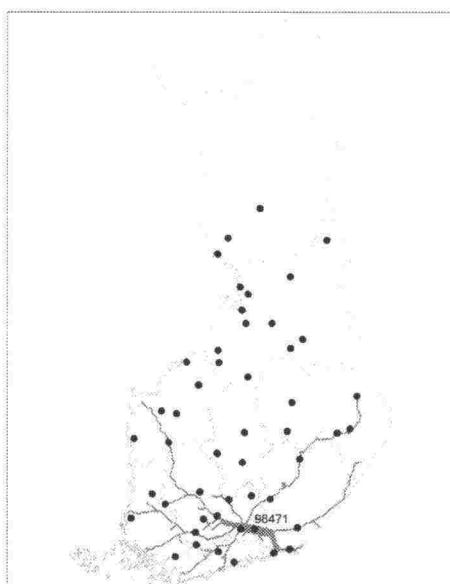
98461



98462

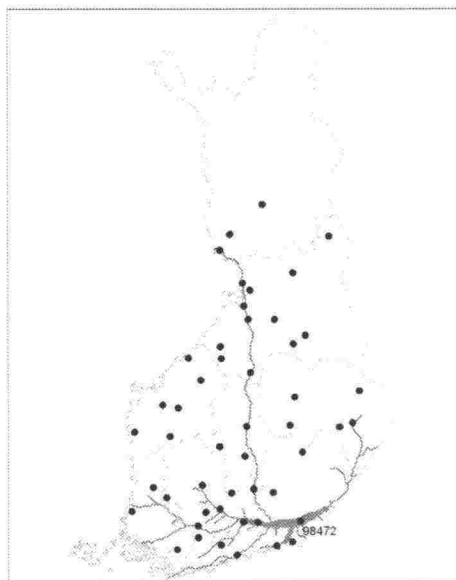


98463

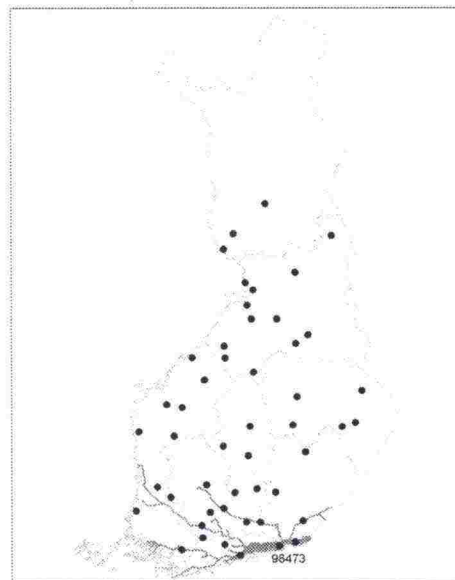


98471

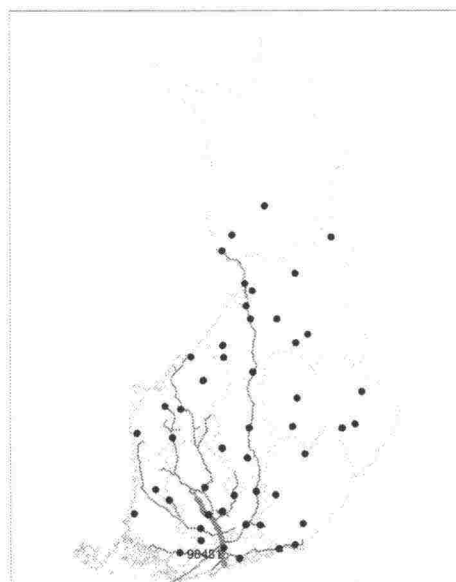
• Mittauspaikat
Päärajat
Tonniäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



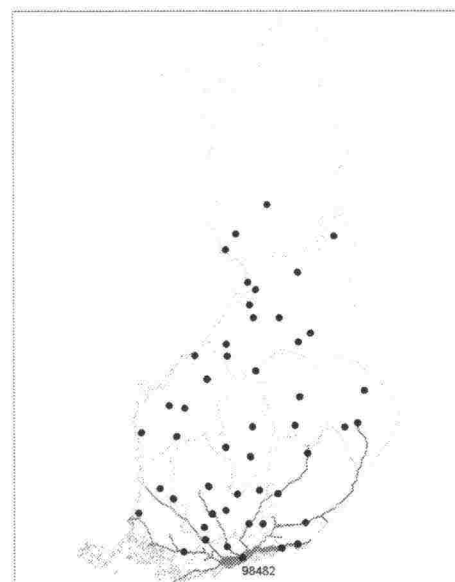
98472



98473

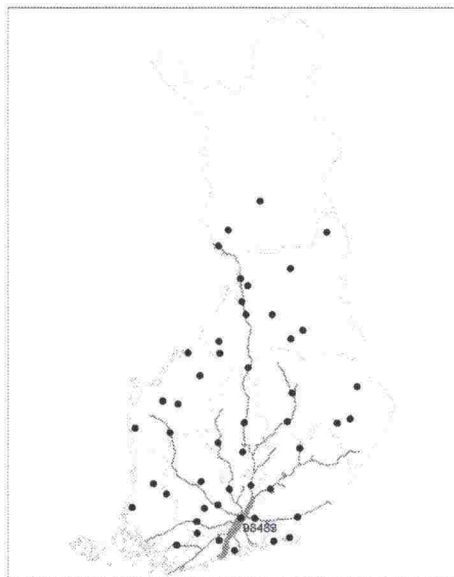


98481

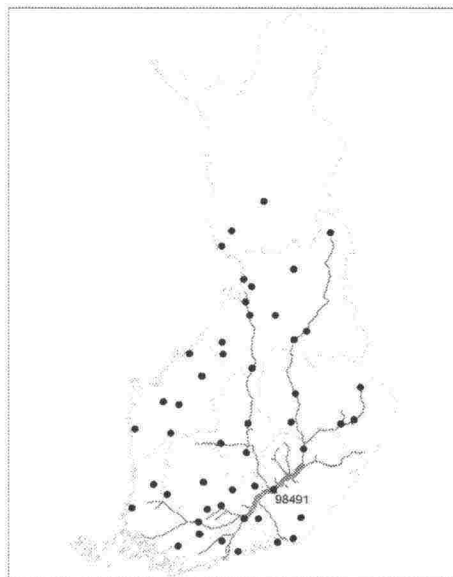


98482

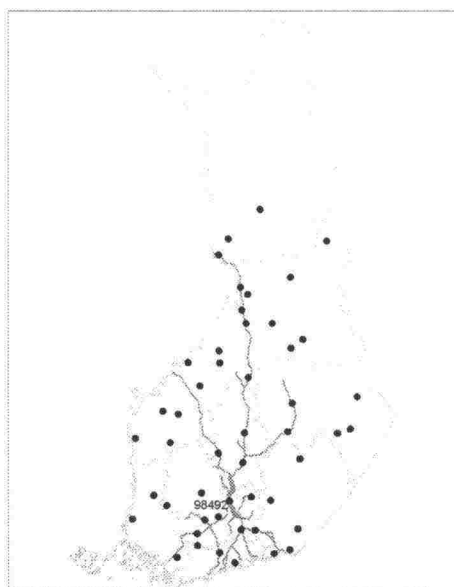
• Mittauspaikat
Pitirajat
Tonnimäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



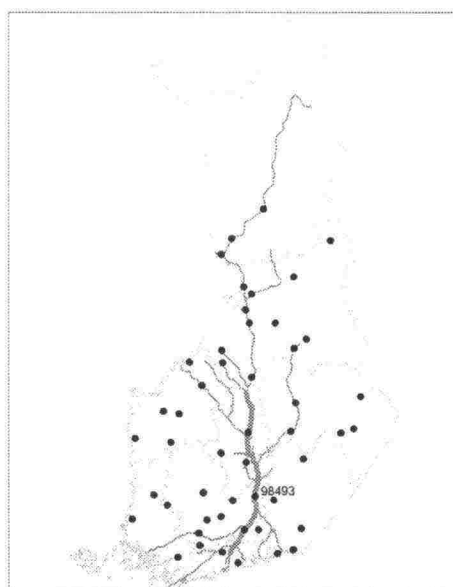
98483



98491

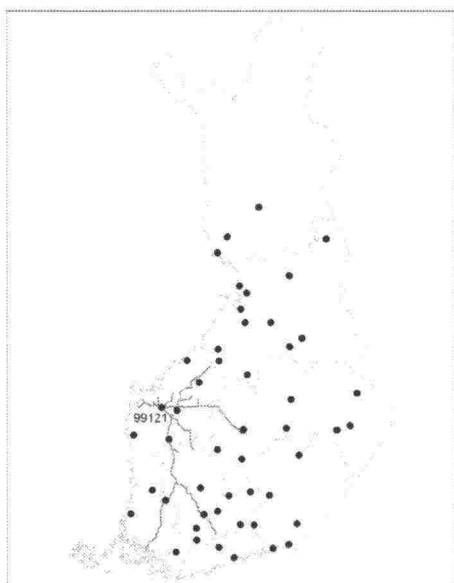


98492

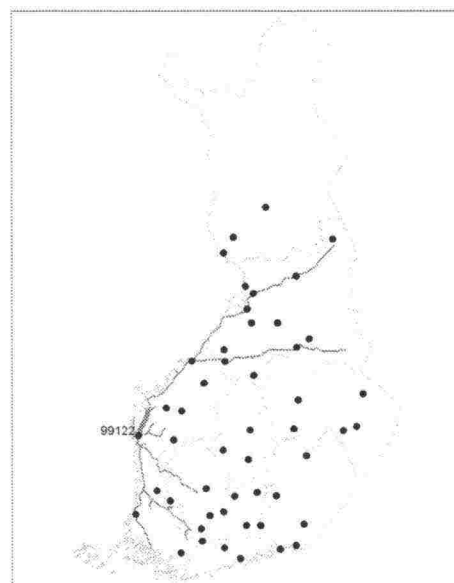


98493

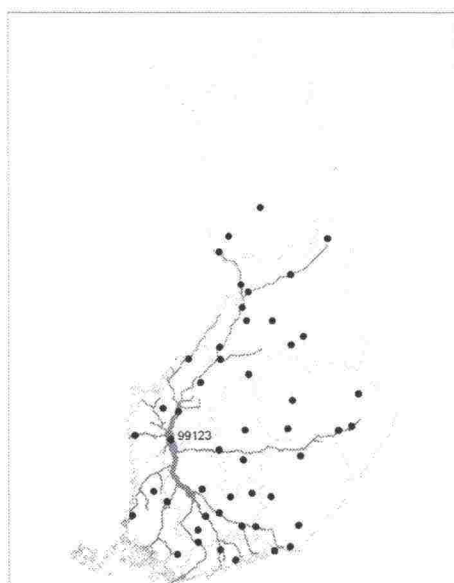
• Mittauspaikat
Piiirirajat
Toninimäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



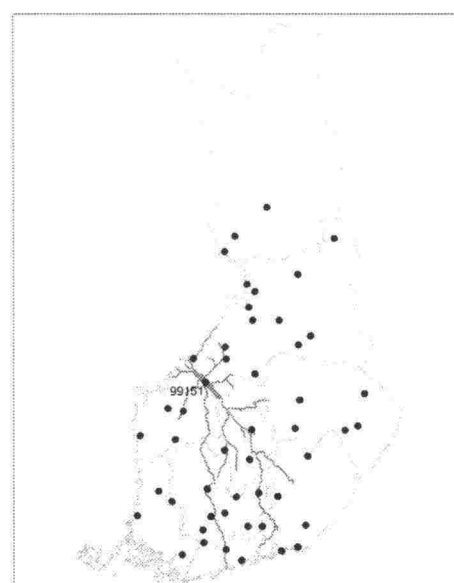
99121



99122

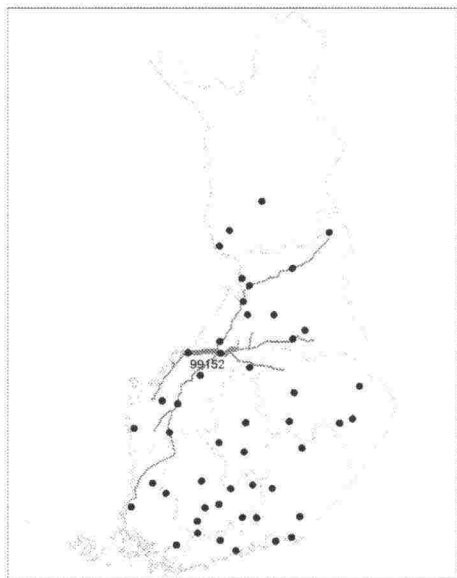


99123

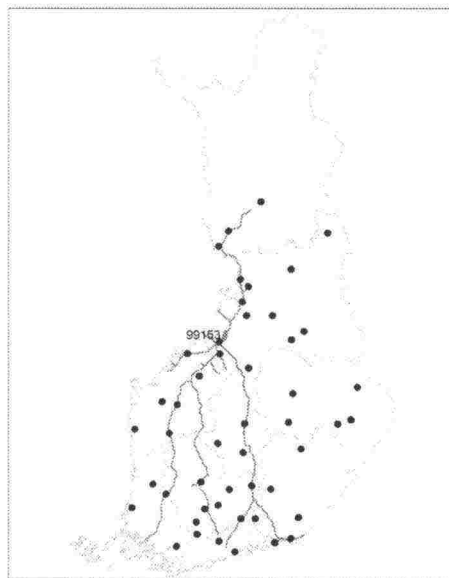


99151

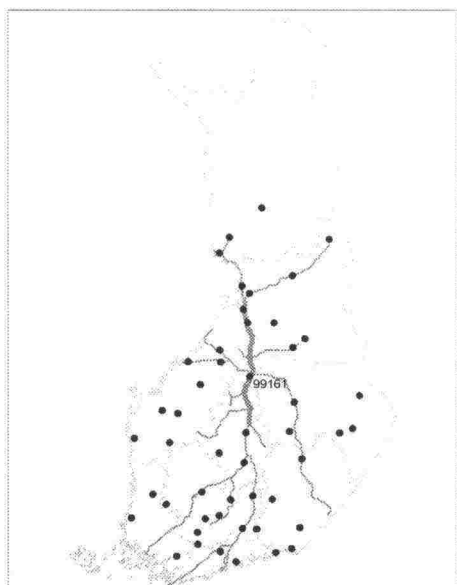
• Mittauspaikat
Piiirajot
Tonniäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



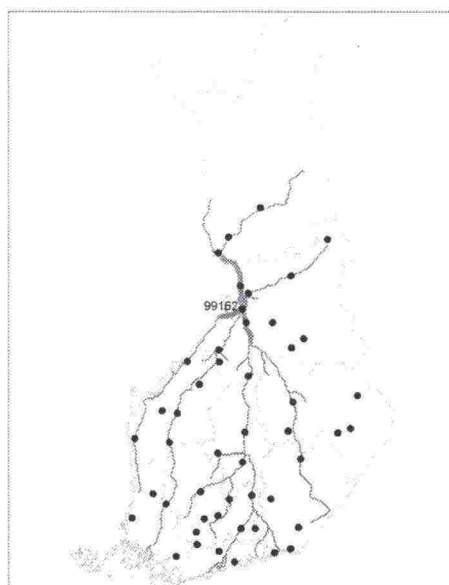
99152



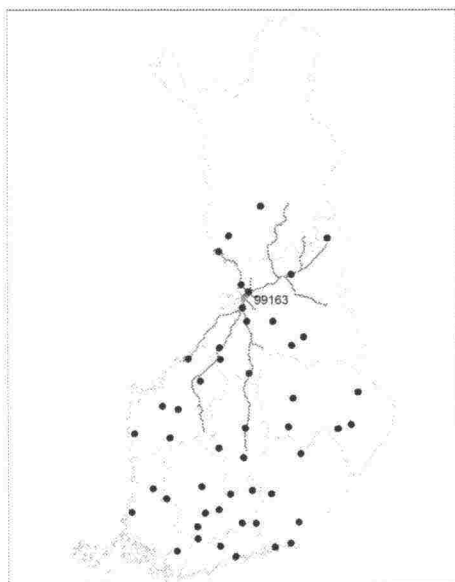
99153



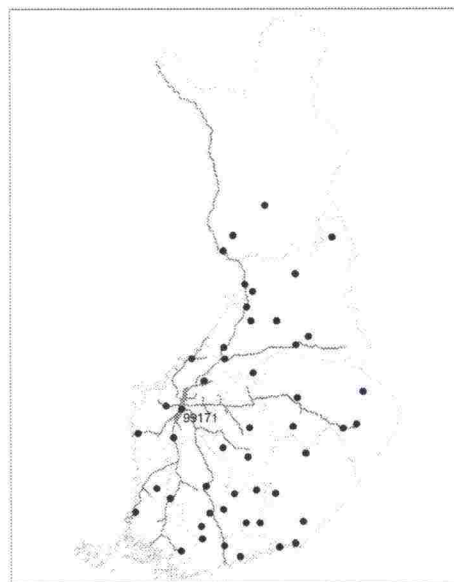
99161



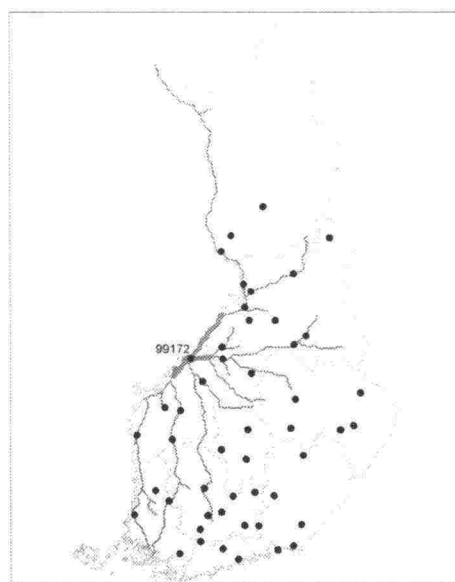
99162



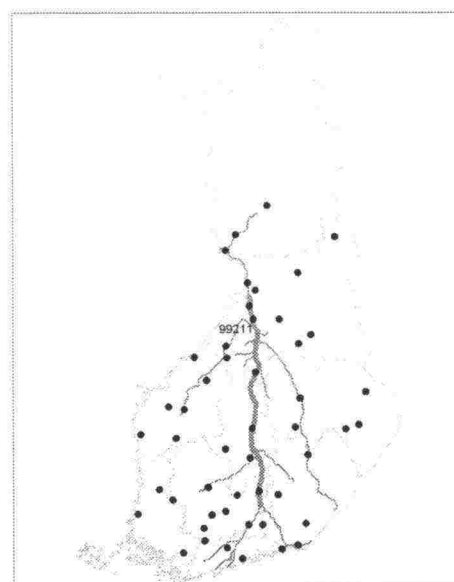
99163



99171

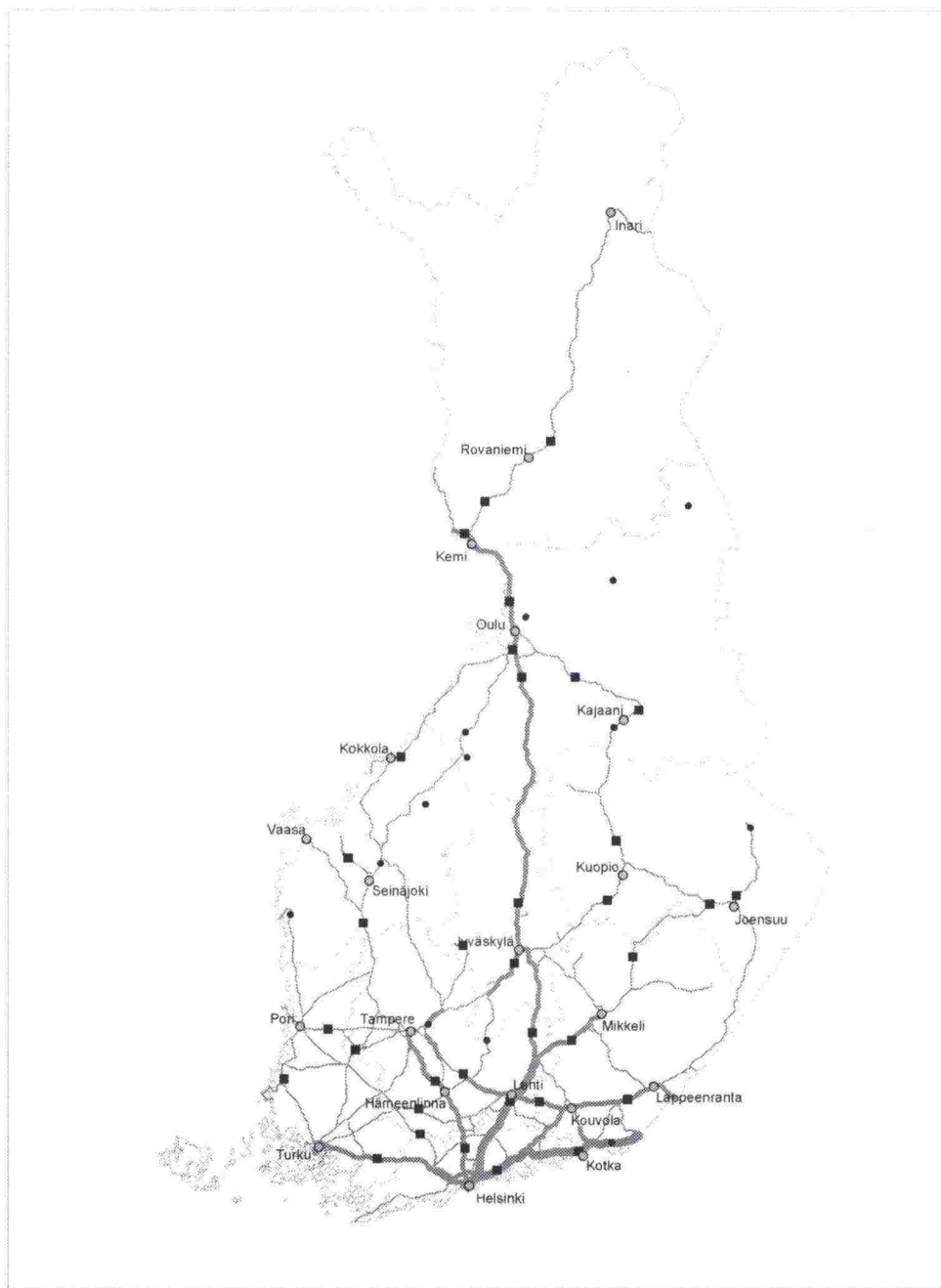


99172

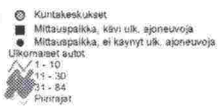


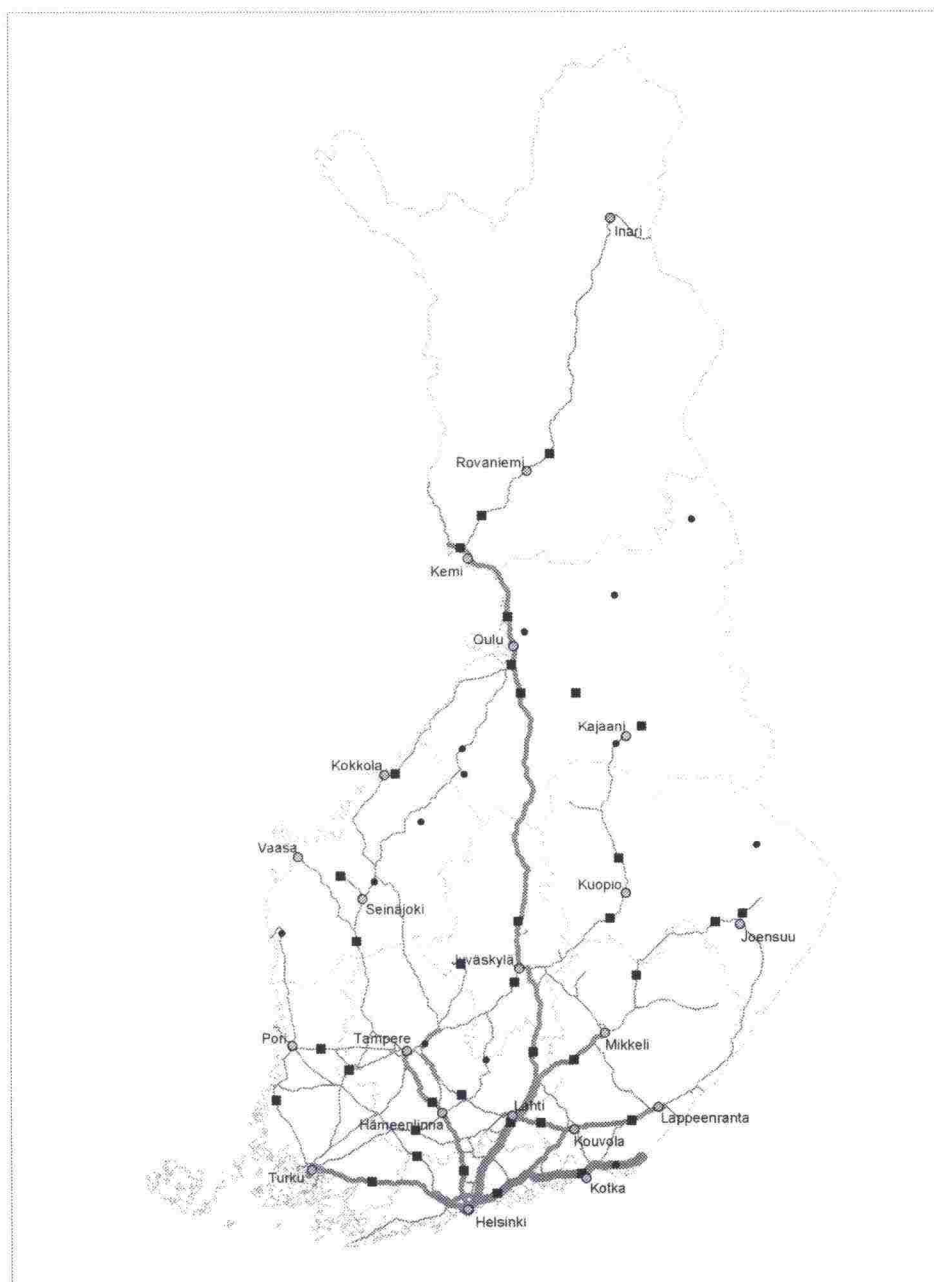
99211

• Mittauspaikat
Päärajat
Tonniäärä
1 - 500
501 - 1500
1501 - 3100



Ulkomaisten ajoneuvojen ja yhdistelmien
lukumäärät tiestöllä





Akselimassatutkimuksessa havaitut,
ulkomaille rekisteröidyillä ajoneuvoilla
ja ajoneuvoyhdistelmillä kuljetetut
tonnimäärät

○ Kuntakeskukset
 ■ Määräyspaikka, kävi ulk. ajoneuvoja
 ● Määräyspaikka, ei käynyt ulk. ajoneuvoja
 Tonnimäärä
 10 - 150
 151 - 400
 401 - 1020
 Pinnat

14. TUTKIMUSTULOSTEN TALLENTAMINEN JATKOKÄYTTÖÖN: TIETOKANTAKUVAUKSET

Taulukossa 1 on esitetty tutkimusaineiston jatkokäytön kannalta oleellisten taulujen kuvaus. Tutkimuksen yhteydessä on käytetty paljon muita hakutauluja sekä laskentametoodeja, jotka ovat olleet kertakäyttöisiä ja siten tallentuneet laskennan lopputuloksina tietokantoihin. Näitä aputauluja ja laskentoja ei ole kuvattu eikä myöskään tallennettu tähän jatkotyöhön käytettävään tietokantaan.

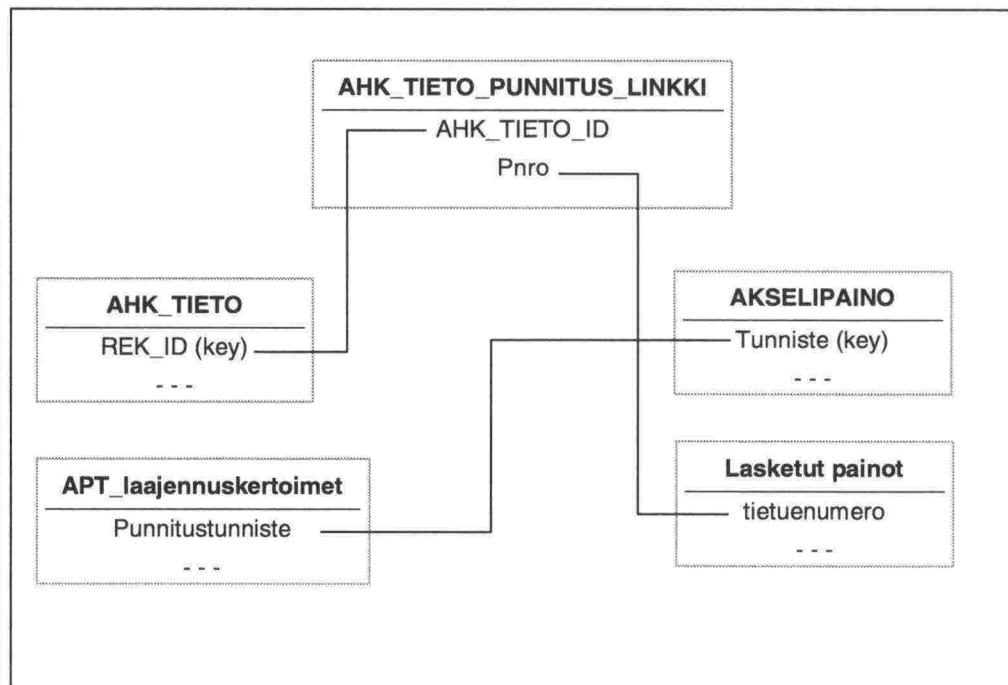
Taulukko 1. Tutkimuksen jatkokäytön Access-tietokannan (apt_db.mdb) taulut.

Taulun (kyselyn) nimi	Taulun (kyselyn) käyttötarkoitus
AHK_TIETO	Punnittujen ajoneuvojen rekisteröintitiedot
AHK_TIETO_PUNNITUS_LINKKI	Linkkitaulu punnitustietojen ja rekisteröintitietojen välille
AKSELIPAINO	Punnitustiedot
APT_laajennuskertoimet	Kunkin punnituksen laajennuskerroin
APT_Tavaralajit	Punnitustietoihin koodatun tavaralajin ja tässä raportissa raportoitujen tavaralajien muunnostaulukko
Autotyyppi	Punnitustietoihin koodatun autotyypin tyyppitunnuksen selitys
EMME-et	Punnituspisteiden kautta määriteltyjen punnittujen kuljetusten kuljetusreittien pituudet laskettuna EMME/2 -ohjelmalla.
Jousituksen tyyppi	Punnitustietoihin koodatun jousituksen tyyppitunnuksen selitys
LA:n tyyppi	Punnitustietoihin koodatun linja-auton tyyppitunnuksen selitys
LAM-tutkimusliikenne_vrk	Kunkin punnituspisteen läheisyydessä olevan LAM-pisteen kautta kulkenut tutkimusvuorokauden liikenne punnitussuunnassa.
LAM_keskim_vrk_liikenne	Kunkin punnituspisteen läheisyydessä olevan LAM-pisteen kautta kulkenut keskimääräinen vuorokausiliikenne vuodessa.
Lasketut painot	Punnitustulosten perusteella lasketut akseli/telikohtaiset painot ja ekvivalenttikertoimet.
Lähtö/määräpaikan tyyppi	Punnitustietoihin koodatun lähtö-/määräpaikan tyyppitunnuksen selitys
paikkaluettelo	Punnitustietoihin koodatun lähtö-/määräpaikan koodin paikkanimi.
PP:n tyyppi	Punnitustietoihin koodatun puoliperävaunun tyyppitunnuksen selitys
punnitut_tavaralajit	Punnitustietoihin koodatun tavaralajin selitys.
Päällirakenne	Punnitustietoihin koodatun päällysrakenteen tyyppitunnuksen selitys

Taulun (kyselyn) nimi	Taulun (kyselyn) käyttötarkoitus
Rengaskoot	Punnitustietoihin koodattu rengaskoon tyyppitunnuksen selitys (ei käytetty, koska rengaskoot on purettu kokomerkinnoiksi)
Rengastus	Punnitustietoihin koodatun rengastuksen tyypin tyyppitunnuksen selitys
Vetoauton tyyppi	Punnitustietoihin koodatun vetoauton tyypin tyyppitunnuksen selitys
VP:n tyyppi	Punnitustietoihin koodatun varsinaisen perävaunun tyypin tyyppitunnuksen selitys
Kysely (Query)	
emme_matkat	Lähtö-, punnituspiste- ja määräpaikkatietojen perusteella lasketut reittipituudet kullekin eri kuljetukselle.
APT_AT1_kuljetusyhteenveto	Tutkimuksen laajentamiseen käytetty kysely autotyyppille 1 (kuljetussuoritteet)
APT_AT2_kuljetusyhteenveto	Tutkimuksen laajentamiseen käytetty kysely autotyyppille 2 (kuljetussuoritteet)
APT_AT3_kuljetusyhteenveto	Tutkimuksen laajentamiseen käytetty kysely autotyyppille 3 (kuljetussuoritteet)
LAM_kertoimet_AT_1	LAM-pistekohtaiset laajennuskertoimet autotyyppille 1
LAM_kertoimet_AT_2	LAM-pistekohtaiset laajennuskertoimet autotyyppille 2
LAM_kertoimet_AT_3	LAM-pistekohtaiset laajennuskertoimet autotyyppille 3
LAM_kertoimet_AT_4	LAM-pistekohtaiset laajennuskertoimet autotyyppille 4
Kuormituskertaluku	Kuormituskertalukulaskentaan käytetty ekvivalenttikertoimien ja laajennuskertoimien kysely
Mittausajat	Punnituspistekohtaiset mittausajat
Lam-pisteet autotyypeittäin	Autotyyppien lukumäärä LAM-pisteittäin
LAM-pisteet	LAM-pisteluentelo

Kuvaan 1 on piirretty keskeisten taulujen kenttien väliset riippuvuudet. Riippuvuuksia ei ole määritelty tietokantarakenteeseen vaan ne on toteutettava kyselyissä kuvan 1 mukaisten kenttien avulla. Valmiit kyselyt on tehty noudattaen kuvattuja riippuvuuksia.

Kuva 1. Keskeisten taulujen väliset riippuvuudet.



Taulukko 2. AKSELIPAINO-taulun ja aputaulujen väliset riippuvuudet.

AKSELIPAINO-taulu: Kentän nimi	Linkkitaulun kentän nimi	Linkkitaulun nimi
LAM-piste	LAM_piste	LAM_keskim_vrk_liikenne
LAM-piste	LAM-tunnus	LAM-tutkimusliikenne_vrk
Autotyyppi	Numero	Autotyyppi
Lähtöpaikka	Paikan_koodi	Paikkaluettelo
Määräpaikka	Paikan_koodi	Paikkaluettelo
Lähtöpaikka	Lähtö	EMME-et
Määräpaikka	Määrä	EMME-et
Lähtöpaikan tyyppi	Numero	Lähtö/määräpaikan tyyppi
Määräpaikan tyyppi	Numero	Lähtö/määräpaikan tyyppi
Tavtyyppi VA	Tunniste	punnitut_tavaralajit
Tavtyyppi 1PV	Tunniste	punnitut_tavaralajit
Tavtyyppi 2PV	Tunniste	punnitut_tavaralajit
Jos tyhjä, viimeeksi kuljetettu	Tunniste	punnitut_tavaralajit
Päällirakenne VA	Numero	Päällirakenne
Päällirakenne 1VP	Numero	Päällirakenne
Päällirakenne 2VP	Numero	Päällirakenne
Jousitus VA1...VA5	Numero	Jousituksen tyyppi
Jousitus 1VP1...1VP5	Numero	Jousituksen tyyppi
Jousitus 2VP1...2VP5	Numero	Jousituksen tyyppi
Reng VA1...VA5	Numero	Rengastus

AKSELIPAINO-taulu:	Linkkitaulun kentän nimi	Linkkitaulun nimi
Kentän nimi		
Reng 1VP1...1VP5	Numero	Rengastus
Reng 2VP1...2VP5	Numero	Rengastus

Kukin yksittäinen tietokanta on kuvattu seuraavissa taulukoissa

Taulukko 3. AKSELIPAINO-taulun tietuekuvaus.

Kentän nimi	Tyyppi	Koko	Selite
Tunniste	Number	8	Indekstoitu avain
Punnituspäivä	Text	50	Yyvykonro
LAM-piste	Text	255	Pääasiallinen LAM-piste
LAM-piste 2	Text	50	Liittyvä LAM-piste
Pvm	Date/Time	8	
Saapumisaika	Date/Time	8	
Poistumisaika	Date/Time	8	
Mittauksen kesto	Number	4	(min)
Kanstunn VA	Text	255	Vetoauton kansallisuustunnus
Kanstunn 1PV	Text	255	1. perävaunun kansallisuustunnus
Kanstunn 2PV	Text	255	2. perävaunun kansallisuustunnus
Matkust lkm	Number	8	Matkustajien lkm (linja-auto)
Pituus(m)	Number	8	
Autotyyppi	Number	8	
Lähtöpaikka	Text	255	Lähtöpaikan kunnan nimi
Määräpaikka	Text	255	Määräpaikan kunnan nimi
Lähtöpaikan tyyppi	Number	8	
Määräpaikan tyyppi	Number	8	
Tavtyyppi VA	Number	8	Vetoauton tavaratyyppi. Linja-autojen tavaratyyppi on esitetty 1000 + matkustajien lukumäärä.
Tavtyyppi 1PV	Number	8	1. perävaunun tavaratyyppi
Tavtyyppi 2PV	Number	4	2. perävaunun tavaratyyppi
Jos tyhjä, viimeksi kuljetettu	Number	8	
VA:n tyyppi	Number	8	Vetoauton tyyppi
PP:n tyyppi	Number	8	Puoliperävaunun tyyppi
1VP:n Tyyppi	Number	8	1. varsinaisen perävaunun tyyppi
2VP:n Tyyppi	Number	4	2. varsinaisen perävaunun tyyppi
LA:n tyyppi	Number	4	Linja-auton tyyppi
Päällirakenne VA	Number	8	Vetoauton päällisrakenne
Päällirakenne 1VP	Number	8	1. perävaunun päällisrakenne
Päällirakenne 2VP	Number	4	2. perävaunun päällisrakenne
Nosturi	Yes/No	1	Onko nosturi
Jousitus VA1	Number	8	Vetoauton 1. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus VA2	Number	8	Vetoauton 2. akselin jousituksen tyyppi

Kentän nimi	Tyyppi	Koko	Selite
Jousitus VA3	Number	8	Vetoauton 3. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus VA4	Number	4	Vetoauton 4. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus VA5	Number	4	Vetoauton 5. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 1VP1	Number	8	1. perävaunun 1. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 1VP2	Number	8	1. perävaunun 2. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 1VP3	Number	8	1. perävaunun 3. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 1VP4	Number	8	1. perävaunun 4. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 1VP5	Number	4	1. perävaunun 5. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 2VP1	Number	4	2. perävaunun 1. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 2VP2	Number	4	2. perävaunun 2. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 2VP3	Number	4	2. perävaunun 3. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 2VP4	Number	4	2. perävaunun 4. akselin jousituksen tyyppi
Jousitus 2VP5	Number	4	2. perävaunun 5. akselin jousituksen tyyppi
Reng VA1	Number	8	Vetoauton 1. akselin rengastuksen tyyppi
Reng VA2	Number	8	Vetoauton 2. akselin rengastuksen tyyppi
Reng VA3	Number	8	Vetoauton 3. akselin rengastuksen tyyppi
Reng VA4	Number	4	Vetoauton 4. akselin rengastuksen tyyppi
Reng VA5	Number	4	Vetoauton 5. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 1VP1	Number	8	1. perävaunun 1. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 1VP2	Number	8	1. perävaunun 2. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 1VP3	Number	8	1. perävaunun 3. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 1VP4	Number	8	1. perävaunun 4. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 1VP5	Number	4	1. perävaunun 5. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 2VP1	Number	4	2. perävaunun 1. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 2VP2	Number	4	2. perävaunun 2. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 2VP3	Number	4	2. perävaunun 3. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 2VP4	Number	4	2. perävaunun 4. akselin rengastuksen tyyppi
Reng 2VP5	Number	4	2. perävaunun 5. akselin rengastuksen tyyppi
Rengaskoko VA 1	Text	255	Vetoauton 1. Akselin rengaskoko
Rengaskoko VA 2	Text	255	Vetoauton 2. Akselin rengaskoko
Rengaskoko VA 3	Text	255	Vetoauton 3. Akselin rengaskoko
Rengaskoko VA 4	Text	255	Vetoauton 4. Akselin rengaskoko
Rengaskoko VA 5	Text	255	Vetoauton 5. Akselin rengaskoko
Rengaskoko 1VP1	Text	255	1. perävaunun 1. Akselin rengaskoko
Rengaskoko 1VP2	Text	255	1. perävaunun 2. Akselin rengaskoko
Rengaskoko 1VP3	Text	255	1. perävaunun 3. Akselin rengaskoko
Rengaskoko 1VP4	Text	255	1. perävaunun 4. akselin rengaskoko
Rengaskoko 1VP5	Text	255	1. perävaunun 5. akselin rengaskoko
Rengaskoko 2VP1	Text	255	2. perävaunun 1. akselin rengaskoko
Rengaskoko 2VP2	Text	255	2. perävaunun 2. akselin rengaskoko
Rengaskoko 2VP3	Text	255	2. perävaunun 3. akselin rengaskoko
Rengaskoko 2VP4	Text	255	2. perävaunun 4. akselin rengaskoko
Rengaskoko 2VP5	Text	255	2. perävaunun 5. akselin rengaskoko
Paino VA1	Number	8	Vetoauton 1. Akselin punnitustulos (kg)

Kentän nimi	Tyyppi	Koko	Selite
Paino VA2	Number	8	Vetoauton 2. Akselin punnitustulos (kg)
Paino VA3	Number	8	Vetoauton 3. Akselin punnitustulos (kg)
Paino VA4	Number	4	Vetoauton 4. Akselin punnitustulos (kg)
Paino VA5	Number	4	Vetoauton 5. Akselin punnitustulos (kg)
Paino 1PV1	Number	8	1. perävaunun 1. Akselin punnitustulos (kg)
Paino 1PV2	Number	8	1. perävaunun 2. Akselin punnitustulos (kg)
Paino 1PV3	Number	8	1. perävaunun 3. Akselin punnitustulos (kg)
Paino 1PV4	Number	8	1. perävaunun 4. akselin punnitustulos (kg)
Paino 1PV5	Number	4	1. perävaunun 5. akselin punnitustulos (kg)
Paino 2VP1	Number	4	2. perävaunun 1. akselin punnitustulos (kg)
Paino 2VP2	Number	4	2. perävaunun 2. akselin punnitustulos (kg)
Paino 2VP3	Number	4	2. perävaunun 3. akselin punnitustulos (kg)
Paino 2VP4	Number	4	2. perävaunun 4. akselin punnitustulos (kg)
Paino 2VP5	Number	4	2. perävaunun 5. akselin punnitustulos (kg)
Kokonaispaino	Number	8	Ajoneuvoyhdistelmän kokonaispaino (kg) = punnittujen akselipainojen summa
Lisätiedot	Text	255	Huomautus- ja muut lisätiedot

Taulukko 4. AHK_TIETO-taulun tietuekuvaus.

Kentän nimi	Tyyppi	Koko	Selite
REK_ID	Number	4	Yksilöllinen rekisteröintitiedon tietueen avainnumero
NRO	Number	8	1 = vetoauto, 5 = perävaunu, kun tiedot AKE:n mukaisia. < 0 olevat tiedot arvioituja omamassatietoja
Ajoneuvon_osa	Text	255	A = vetoauto, B = 1. perävaunu, C = 2. perävaunu
Käyttöönottopvm	Date/Time	8	
Rekisteröintipvm	Date/Time	8	
Ajoneuvon laji	Number	8	
Ajoneuvoryhmä	Text	255	
Merkki	Text	255	
Malli	Text	255	
Käyttö	Number	8	
Akselien lkm	Number	8	
Vetojärjestelmä	Text	255	
Korirakenne	Number	8	
Korityyppi	Number	8	
Omamassa	Number	8	Omamassa (kg)
Kokonaismassa	Number	8	Kokonaismassa (kg)
Lisälaitetaulukko	Text	255	
Akselistorakennekoodi_1	Text	255	
Akselistorakennekoodi_2	Text	255	
Akselistorakennekoodi_3	Text	255	

Kentän nimi	Tyyppi	Koko	Selite
Akselistorakennekoodi_4	Text	255	
Akselistorakennekoodi_5	Text	255	
Pituus (m)	Number	8	
Akseliväli_01	Number	8	1. Akseliväli (cm)
Akseliväli_02	Number	8	
Akseliväli_03	Number	8	
Akseliväli_04	Number	8	
Akseliväli_05	Number	8	
Akseliväli_06	Number	8	
Akseliväli_07	Number	8	
Akseliväli_08	Number	8	
Akseliväli_09	Number	8	
Akseliväli_10	Number	8	
Omamassa_akseli_01	Number	8	1. akselin omamassa (kg)
Omamassa_akseli_02	Number	8	
Omamassa_akseli_03	Number	8	
Omamassa_akseli_04	Number	8	
Omamassa_akseli_05	Number	8	
Akselipaino_1	Number	8	1. akselin kokonaismassa (kg)
Akselipaino_2	Number	8	
Akselipaino_3	Number	8	
Akselipaino_4	Number	8	
Akselipaino_5	Number	8	

Taulukko 5. APT_laajennuskertoimet-taulun tietuekuvaus.

Kentän nimi	Tyyppi	Koko	Selite
laajennus_ID	Number	4	
Punnitus_tunnus	Number	4	Linkki tunniste-kenttään (AKSELIPAINO)
Peruskerroin ajon kuljetuksille	Number	4	Tavarakuljetustilaston 98 mukaan kuljetuksen pituudesta arvioitu samalla ajoneuvolla saman vuorokauden aikana suoritettujen samanlaisten kuljetusten määrä
Tavaralaji punnituksessa	Number	2	Punnituksessa käytetty tavaralaji
LAM vuorokausikerroin	Number	4	Luvulla kerrotaan punnitusten tulos, josta saadaan keskimääräinen vuorokausikerroin punnituspäivälle
LAM vuoden vuorokausikerroin	Number	4	Luvulla kerrotaan punnitusvuorokauden tulos, josta saadaan keskimääräinen vuorokausikerroin vuodelta

15. TUTKIMUKSESSA MUKANA OLLEET AJONEUVOT

Lukumäärät

Akselimassatutkimuksessa oli mukana yhteensä 3732 kuorma-autoa, kuorma-autoyhdistelmää ja linja-autoa, mikä on n. 44 % kaikista tutkimuksen käynnissäoloaikana mittauspaikat ohittaneista raskaista ajoneuvoista. Mittauspaikoissa havaittiin 10 % koko maan raskaan liikenteen liikennesuoritteesta. Pääteiden raskaan liikenteen liikennesuoritteesta puolestaan havaittiin 15 % ja alemman tieverkon suoritteesta 2 %. Joko kokonaan tai osittain ulkomaille rekisteröityjen kuorma-autojen ja yhdistelmien osuus havaintoaineistosta oli 6,5 %. Havaintoaineistosta laskettuna niiden liikennesuoritteen osuus oli 8,1 %, kuljetussuoritteen osuus 6,5 % ja kuljetetun tavarahan osuus 5,4 %. Oheisissa taulukoissa 1 ja 2 on tarkemmat erittelyt ajoneuvojen lukumääristä.

Taulukko 1. Tutkimuksessa mukana olleiden ajoneuvojen lukumäärät.

	Viikot 38 – 49	Viikot 12 – 21	Kaikki mittaukset
Kaikki tutkimuksessa mukana olleet ajoneuvot	2863	869	3732
Vetoautoja	2863	869	3732
- Kuorma-autoja	2664	787	3451
- Linja-autoja	199	82	281
Perävaunuja	2035	587	2622
- Puoliperävaunuja	558	88	646
- Varsinaisia perävaunuja	1477	499	1976
Yhteensä ajoneuvoja	4898	1456	6354
Yksittäisiä ajoneuvoja	844	289	1133
- Kuorma-autoja	645	207	852
- Linja-autoja	199	82	281
Ajoneuvoyhdistelmiä	2019	580	2599
- 2 ajoneuvon yhdistelmiä	2003	573	2576
- 3 ajoneuvon yhdistelmiä	16	7	23
Yhteensä ajoneuvoja ja yhdistelmiä	2863	869	3732
Suomessa rekisteröidyt ajoneuvot	2719	853	3572
Vetoautoja	2719	853	3572
- ajoneuvorekisteri	2688	846	3534
- koerekisteri	15	4	19
- Ahvenanmaa	5	1	6
- puolustusvoimat	11	2	13
Perävaunuja	1860	570	2430
- ajoneuvorekisteri 1	1836	567	2403
- ajoneuvorekisteri 2	18	1	19
- koerekisteri	2	1	3
- Ahvenanmaa	4	1	5
- puolustusvoimat	0	0	0
Yhteensä ajoneuvoja	4579	1423	6002
Yksittäisiä ajoneuvoja	828	287	1115
- ajoneuvorekisteri	803	286	1089
- koerekisteri	13	1	14
- Ahvenanmaa	1	0	1
- puolustusvoimat	11	0	11
Ajoneuvoyhdistelmiä	1907	567	2474
- va/S+pv/S, 1 pv	1805	550	2355

- va/S+pv/S, 2 pv	16	6	22
- va/S+pv/U, 1 pv	63	3	66
- va/S+pv/U, 2 pv	0	1	1
- va/S+pv/koe	1	1	2
- va/koe+pv/S	1	2	3
-va/koe+pv/koe	1	0	1
-va/Å+pv/Å	4	1	5
-va/Å+pv/S	0	2	2
-va/U+pv/S	16	1	17
Yhteensä ajoneuvoja ja yhdistelmiä	2735	854	3589
Ulkomailla rekisteröidyt ajoneuvot	144	16	160
Vetoautoja	144	16	160
Perävaunuja	175	17	192
Yhteensä ajoneuvoja	319	33	352
Yksittäisiä ajoneuvoja	16	2	18
Ajoneuvoyhdistelmiä va/U+pv/U	112	13	125
Yhteensä ajoneuvoja ja yhdistelmiä	128	15	143

Va = vetoauto, pv = perävaunu

S = Suomi, Å = Ahvenanmaa, U = Ulkomaat, Koe = koerekisteri






Taulukko 2. Tutkimuksessa mukana olleiden ulkomaisten ajoneuvojen lukumäärät.

Valtio	KNT	Rekisteröinnit		Yhteensä
		Autot	Perävaunut	
Alankomaat	NL	4	22	26
Belgia	B	0	1	1
Latvia	LV	1	0	1
Liettua	LT	7	7	14
Norja	N	5	5	10
Puola	PL	1	1	2
Ruotsi	S	26	41	67
Saksa	D	2	14	16
Slovakia	SK	1	1	2
Tanska	DK	3	4	7
Tsekin tasavalta	CZ	6	6	12
Unkari	H	6	7	13
Venäjä	RUS	64	42	106
Viro	EST	32	31	63
Yhdistynyt Kuningaskunta	GB	1	3	4
Ei tiedossa	-	1	7	8
Yhteensä		160	192	352

Raskaiden autojen tyypit ja tyyppien jakaumat

Tutkimuksessa punnitustilanteessa määritettiin sekä ajoneuvoyhdistelmän tyyppi että ajoneuvokohtainen tyyppi. Taulukossa 3 on esitetty punnituksissa käytetty autotyyppien luokitus ja taulukossa 4 on käytetty ajoneuvokohtainen luokitus. Osiossa 4 luvussa 17 "Ajoneuvojen tyypit ja jakaumat" on esitetty tarkemmin ajoneuvoluokituksen mukaiset periaatekuvat.

Taulukko 3. Autotyyppien luokitus.

Luokka	Tyyppi	Tyytin selite	Periaatekuva
1	KAIP	Kuorma-auto ilman perävaunua	
2	KAPP	Puoliperävaunullinen yhdistelmä	
3	KAVP	Ajoneuvoyhdistelmä, jossa 1 varsinainen perävaunu	
4	LA	Linja-auto	
5 (3) ¹	KAMOD	Moduulirekka	

Taulukko 4. Ajoneuvojen luokitus.

Autotyyppi	Luokka	Ajoneuvotyyppi
1, 2, 3 ja 5	1	2-akselinen
vetoautot	2	3-akselinen
	3	4 aks. 3 perässä
	4	4 aks. 2 perässä
	5	5-akselinen
4 (linja-autot)	1	2-akselinen
	2	3-akselinen
	3	Haitari
	4	Muu
2 (puoliperävaunut)	1	Yksiakselinen
	2	Teli 18 t
	3	2-akselinen, 20 t
	4	3-akselinen
	5	Dolly
	6	Dolly, jossa teli
	7	Muu
	8	3-akselinen Dolly
	9	2-akselinen Dolly, akseliväli > 1,8 m
	10	3-akselinen, akselivälit > 1,8 m
	11	3-akselinen, teli ja yksittäisakseli
	12	3-akselinen, yksittäisakseli ja teli
3 ja 5	1	1-akselinen
(varsinaiset perävaunut)	2	2-aks, molemmat keskellä
	3	3-aks, kaikki keskellä
	4	2-aks, päissä
	5	3-aks, teli takana
	6	3-aks, perässä >1,8
	7	4-aks, 3 perässä
	8	4-aks, telit päissä
	9	4-aks, perässä >1,8m
	10	2-aks, keskellä >1,8m
	11	Muu
	12	5-aks, 2-aks. teli edessä ja 3-aks. teli takana

¹ Autotyyppi 5 muutettiin käsittelyssä autotyyppiä 3.

Tutkimuksen yhteydessä punnittiin kaiken kaikkiaan 3732 autoa, joista 145 on jouduttu jättämään analysoinnin ulkopuolelle. Pois jätettyjen autojen tiedoista puuttui joko kaikki punnitustulokset tai akselikohtaiset tulokset. Jatkotarkasteluihin on siten otettu 3587 autoa. Taulukossa 5 on esitetty tutkitujen 3587 auton lukumäärät autotyypeittäin.

Taulukko 5. Punnittujen autojen lukumäärät autotyypeittäin.

Autotyyppi	kpl	Osuus (%)
KAIP	829	23.1 %
KAPP	623	17.4 %
KAVP	1863	51.9 %
LA	272	7.6 %
Yhteensä	3587	

Taulukkoon 6 on koottu vetoautojen jakaumat vetoautotyypeittäin eri autotyypeillä ja taulukkoon 7 on koottu kaikkien perävaunujen jakaumat perävaunutyyppittäin eri autotyypeillä.

Taulukko 6. Punnittujen ajoneuvojen lukumäärät autotyypeittäin. Autotyypillä 4 (linja-autot) vetoauton tyypit ovat linja-autojen tyyppejä (ks. luku 17).

VETOAUTOTYYPIT (MYÖS LINJA-AUTOT)					
Vetoauto	Autotyyppi			Linja-autot	Yhteensä
	KAIP	KAPP	KAVP	LA	
1	461	336	68	253	1118
2	310	284	1574	18	2186
3	43	1	192	1	237
4	13	2	27		42
5	2		2		4
Yhteensä	829	623	1863	272	3587

Taulukko 7. Punnittujen ajoneuvojen lukumäärät autotyypeittäin.

PERÄVAUNUTYYPIT				
Perävaunu	Autotyyppi			Yhteensä
	KAPP	KAVP	KAVP ²	
1	4	2		6
2	14	28	2	44
3	71	1	16	88
4	494	68		562
5		185		185
6	6	306	2	314
7	4	137		141
8	12	198		210
9	7	914		921
10	4	4	2	10
11	6			6
12	1	20		21
Yhteensä	623	1863	22	2508

Punnittujen ajoneuvojen lukumääriä ja jakaumia tyypeittäin on esitetty tarkemmin osiossa 4.

² Moduulirekkojen 2. perävaunun perävaunutyypit.

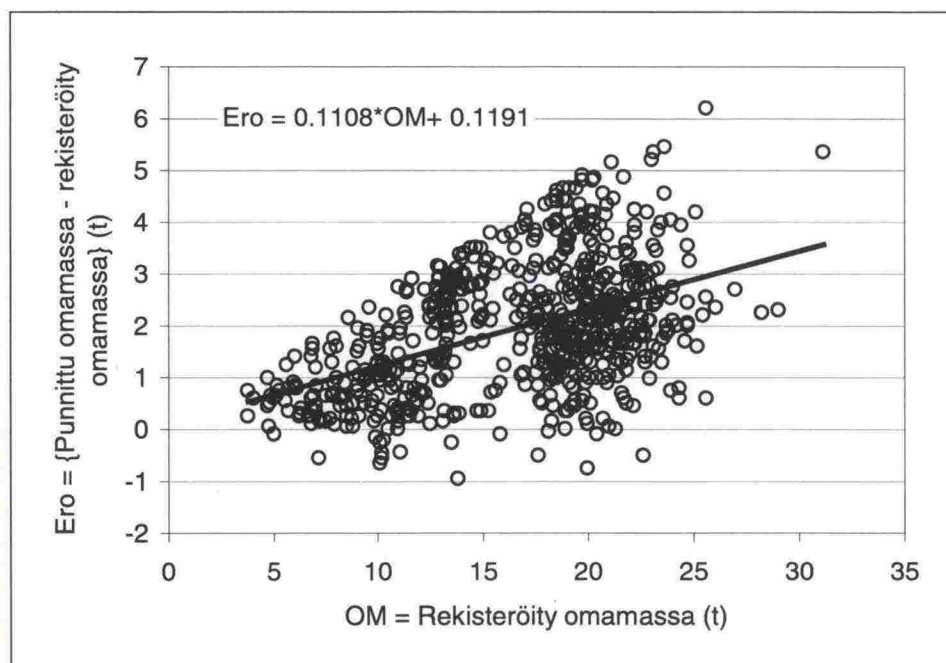
16. VERTAILU PUNNITUSTULOSTEN JA OMAMASSA-TIETOJEN VÄLILLÄ

Punnituista ajoneuvoista määritettiin omamassatiedot rekisteröintitietojen perusteella. Punnittuja kokonaismassoja ja Tieto OYJ:n omamassatietoja verrataan keskenään määrittämällä kokonaismassojen erotus. Erotus laskettiin tyhjien ajoneuvojen osalta kaavasta

$\text{kokonaismassaero} = \text{punnittu kokonaismassa} - \text{rekisteröity omamassa}$

Kokonaismassojen erotusta tarkasteltaessa havaittiin, että kaikki tyhjiksi ilmoitetut ajoneuvot eivät voineet olla tyhjiä liian suuren positiivisen eron takia. Otoksesta poistettiin tämän jälkeen sellaiset havainnot, joissa laskettu erotus oli yli 20 % omamassasta. Näin otoksen jäi jäljelle yhteensä 673 ajoneuvoa (186 kpl KAIP ajoneuvoa, 86 kpl KAPP ajoneuvoa ja 401 kpl KAVP ajoneuvoa).

Kuvassa 1 on esitetty kokonaismassojen erotus rekisteröidyn kokonaismassan funktiona.

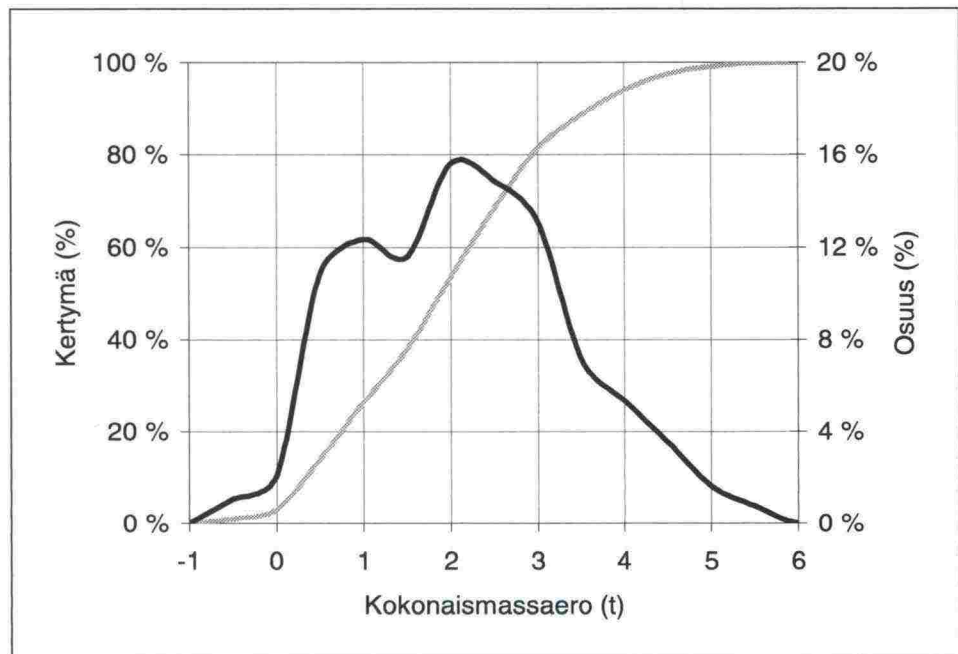


Kuva 1. Tyhjien ajoneuvojen kokonaismassojen ero punnittujen ja Tieto OYJ:n rekisteritietojen välillä. Erotus on laskettu kaavasta (punnitustulos – rekisteröity kokonaismassa).

Kuvassa 1 havaintoihin sovitettu suora on nouseva, kun sen tulisi normaali-jakautuvan punnitusvirheen tapauksessa olla likimain vaakasuora. Koska raskaammissa ajoneuvoissa on enemmän akseleita, merkitsee poikkeaman

kasvu kokonaismassan kasvaessa sitä, että yksittäisen akselimassan punnituspoikkeama on keskimäärin nollaa suurempi. Suoran nollakohdan perusteella ajoneuvoissa on ollut 119 kiloa enemmän massaa, kuin rekisteröity omamassa on. Tämä ylimääräinen kuorma selittyy kuljettajan massalla sekä polttoaineen määrällä, joita kumpaakaan ei oteta lukuun omamassaa määritettäessä.

Tämän jälkeen on tarkasteltu massaerojen jakaumia (kuva 2).



Kuva 2. Kokonaismassojen eron jakauma ja kertymä KAIP, KAPP ja KAVP-ajoneuvoilla . Havaintoja 673 kappaletta.

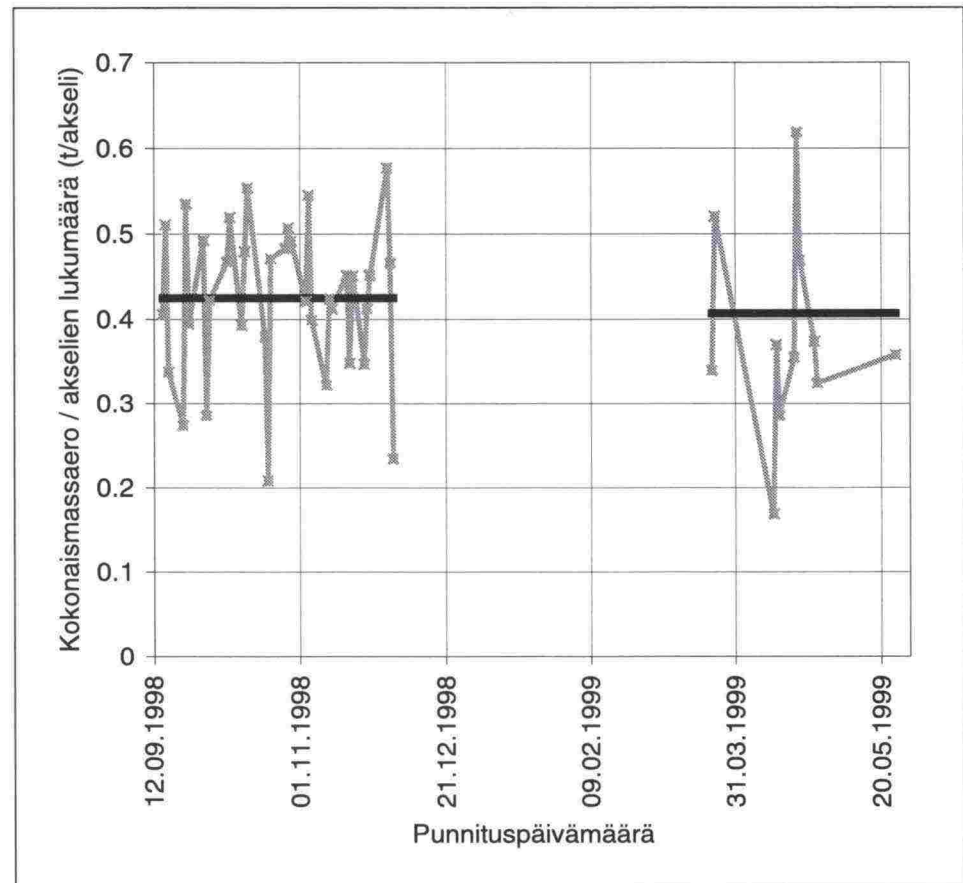
Tyhjien ajoneuvojen kokonaismassat ovat siten punnitusten mukaan olleet keskimäärin suurempia kuin rekisteröidyt omamassat, mikä seikka tuli esiin jo kuvan 1 tarkasteluissa.

Verrataan vielä punnitustuloksia ja muilla vaaoilla tehtyjä punnituksia keskenään. Punnitusten yhteydessä saatiin muutamilta kuljettajilta palautteena tietoa muiden tahojen tekemien punnitusten tuloksista. Punnitukset käsittivät tällöin kokonaismassan mittauksen. Nämä ajoneuvot eivät olleet tyhjiä vaan yleensä kuormattuja. Seuraavassa taulukossa on esitetty näiden tunnettujen punnitusten tulokset.

Taulukko 1. Kokonaismassojen (kg) vertailua punnitustulosten ja muiden vaakojen tulosten välillä.

Punnitustulos tutkimuksessa kg	Muu punnitustulos kg	Ero kg	Akseleita kpl	Ero/akseli kg/akseli
22550	22250	300	6	50
66700	63050	3650	7	521
64100	62650	1450	7	207
67800	64500	3300	8	413
68350	65850	2500	7	357
67300	65500	1800	7	257
60550	59800	750	7	107
62600	59900	2700	7	386
66150	62600	3550	7	507
62250	59220	3030	7	433
63350	60640	2710	7	387
62800	59800	3000	7	429
65450	62250	3200	7	457
60450	57800	2650	7	379
69150	66160	2990	7	427
			Keskiarvo	354

Tarkastellaan vielä punnitustuloksen muuttumista ajan funktiona. Tarkastelua varten on laskettu kuvassa 1 esitetyn 673 ajoneuvon kokonaismassaero akselia kohden ja laskettu näiden akselikohtaisten kokonaismassaerojen keskiarvot punnituspäivittäin (kuva 3).



Kuva 3. Kokonaismassaeron akselikohtaiset keskiarvot punnituspäivittäin (harmaa murtoviiva) sekä syksyn ja kevään punnitusten keskiarvot (musta vaakasuora viiva). Havaintoja 673 kappaletta.

Kuvan 3 perusteella voidaan todeta riittävällä tarkkuudella, että akselikohtainen ero on säilynyt koko punnituskokeiden ajan samalla tasolla.

Akselikohtaisen punnituseron arviointimenetelmän perusteella ei voida tarkemmin asiaa tarkastella, koska punnitustilanteessa kysytty tieto kuljetettavasta tavarasta (mm. tyhjä ajoneuvo) on perustunut kuljettajan ilmoitukseen. Punnitustuloksen ja rekisteröidyn omamassatiedon perusteella oli kuitenkin ilmeistä, että kuljettajan antama tieto tyhjistä kuljetuksesta ei pitänyt aina paikkaansa. Arvioinnissa poistettiin yli 20 % omamassaa suuremmat punnitustulokset pois ja tämän menettelyn todellista vaikutusta ei voi tarkemmin perustella.

Punnitusvaa'alla havaittua punnitustuloksen eroa 350-400 kg/akseli ei ole korjattu kuitenkaan punnitustuloksiin, vaan punnitustulokset on esitetty sellaisinaan.

TUTKIMUSTULOKSET

- **Ajoneuvojen tyypit ja jakaumat**
Ajoneuvojen tyypit
Punnittujen ajoneuvojen jakaumat
- **Akseli- ja telimassojen jakaumat**
Tyhjät autot
Kuormatut autot
Akselimassat autotyypeittäin
Perävaunut
Alueelliset jakaumat
Jakaumat tavaralajeittain
- **Kuorma-autojen kokonaismassat ja lastin massat**
Punnittujen ajoneuvojen kokonaismassat
Kuljetusten tehokkuus
- **Linja-autojen kokonaismassat ja lastin massat**
Akseli- ja telimassat
- **Ylisuuret massat**
- **Akseli-, teli ja kokonaismassojen sekä kuormituskertalukujen kehitys**
Ajoneuvotyyppijakaumien muutokset
Akseli-, teli- ja kokonaismassojen kehitys
Kuormituskertalukujen muutokset ja muutosten vaikutus tieverkon kuormitusarvioon
Rengastuksen muuttuminen
- **Kuorma-autojen massat tavaralajeittain**
Akseli-, teli- ja kokonaismassat
Tavaralajit
Akseli-, teli- ja kokonaismassajakaumat tavaralajeittain
- **Kuorma-autojen kuljetukset ja suoritteet**
Tutkimusaineiston laajentaminen
Kuljetusten pituuden arviointi
Autotyyppikohtainen pituusjakauma
Autotyyppikohtaiset suoritteet: Monte Carlo-menetelmä
Kuljetussuoritteet 1998
Tutkimustulosten ja Tavarankuljetustilaston 1998 vertailu
Suoritteet tavaralajeittain
- **Rengaskoot ja rengastukset**
Yleisimmät rengaskoot
Rengastukset
Akselimassat rengaskoottain
Akseli- ja telimassat rengastuskombinaatioittain

TUTKIMUSTULOKSET

Raportin tässä osiossa keskitytään raskaan liikenteen ajoneuvotyyppi- ja akseli-, teli- ja kokonaismassojen ja kuormitusekvivalenttien keskiarvoihin ja jakaumiin. Akseli-, teli- ja kokonaismassajakaumia ja ekvivalenttijakaumia tarkastellaan usealla eri tavalla ryhmiteltyinä: tulokset esitetään mm. erikseen koko liikenteelle ja eri ajoneuvotyypeille, mutta asiaa katsotaan myös sen mukaan, mitä tavaraa ajoneuvo kuljettaa. Osiossa on myös tarkasteltu, miten jakaumat ovat muuttuneet edellisestä akselimassa- tutkimuksesta.

Jakaumien esittelyn lisäksi tässä osiossa on kaksi erillistä lukua, joista toisessa esitetään tutkimusaineiston perusteella saadut arviot kuorma-autoliikenteen liikenne- ja kuljetussuoritteista sekä kuljetetuista tavaramääristä ja kuljetusten määristä ja toisessa tilastoidaan erilaisten rengastusten ja rengaskokojen yleisyyttä.

Koska tutkimustulosten käsittely tämän osion luvuissa on paikoin hyvin yksityiskohtaista, esitetään seuraavaksi lyhyt tiivistelmä keskeisinä tuloksina saatujen akseli- ja telimassojen jakaumista.

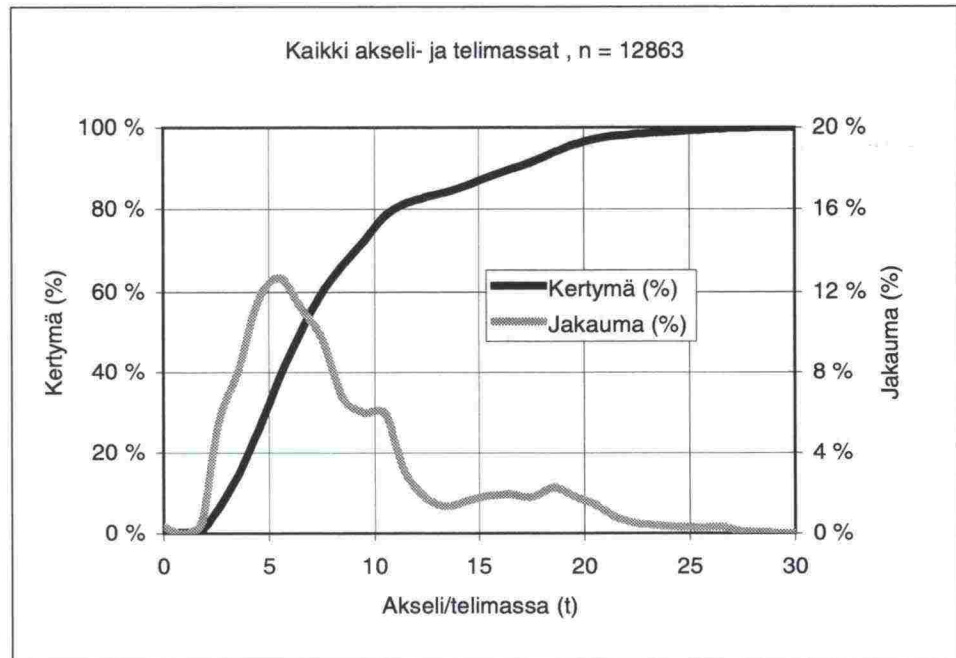
Akseli- ja telimassajakaumat

Punnituissa 3587 autossa oli kaiken kaikkiaan 12863 akselia/teliä. Tässä tutkimuksessa akseliryhmäksi eli teliksi on laskettu alle 1,8 m akselivälin omaavat akselit. Akselien ja telien lukumäärät on esitetty taulukossa 1.

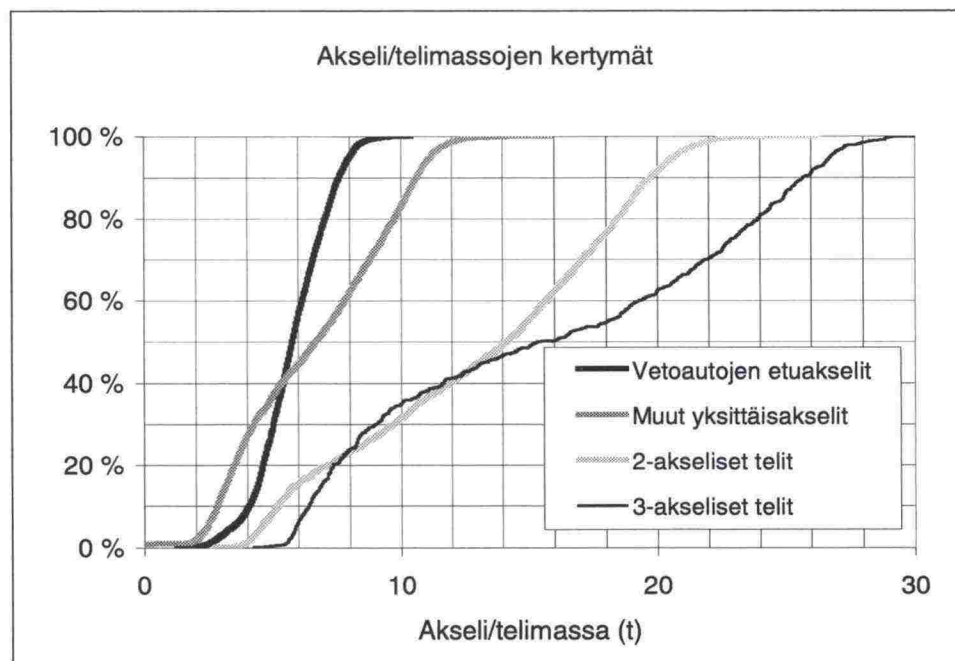
Taulukko 1. Punnittujen autojen akselien ja telien lukumäärät jaoteltuna akseliryhmässä olevien akseleiden lukumäärien mukaan.

Akselien lukumääräjakaumat akseli/teliryhmissä: Kaikki VETOAUTOT				
Autotyyppi	Akseleita ryhmässä			
	1	2	3	yhteensä
KAIP	1306	322	45	1673
KAPP	957	281	1	1239
KAVP	1960	1599	194	3753
LA	527	18		545
Yhteensä	4750	2220	240	7210
Akselien lukumääräjakaumat akseli/teliryhmissä: 1. PERÄVAUNU				
Autotyyppi	Akseleita ryhmässä			
	1	2	3	yhteensä
KAIP				
KAPP	179	27	506	712
KAVP	3213	1543	157	4913
LA				
Yhteensä	3392	1570	663	5625
Akselien lukumääräjakaumat akseli/teliryhmissä: 2. PERÄVAUNU				
Autotyyppi	Akseleita ryhmässä			
	1	2	3	yhteensä
KAIP				
KAPP				
KAVP	10	2	16	28
LA				
Yhteensä	10	2	16	28
Kaikki yhteensä	8152	3792	919	12863

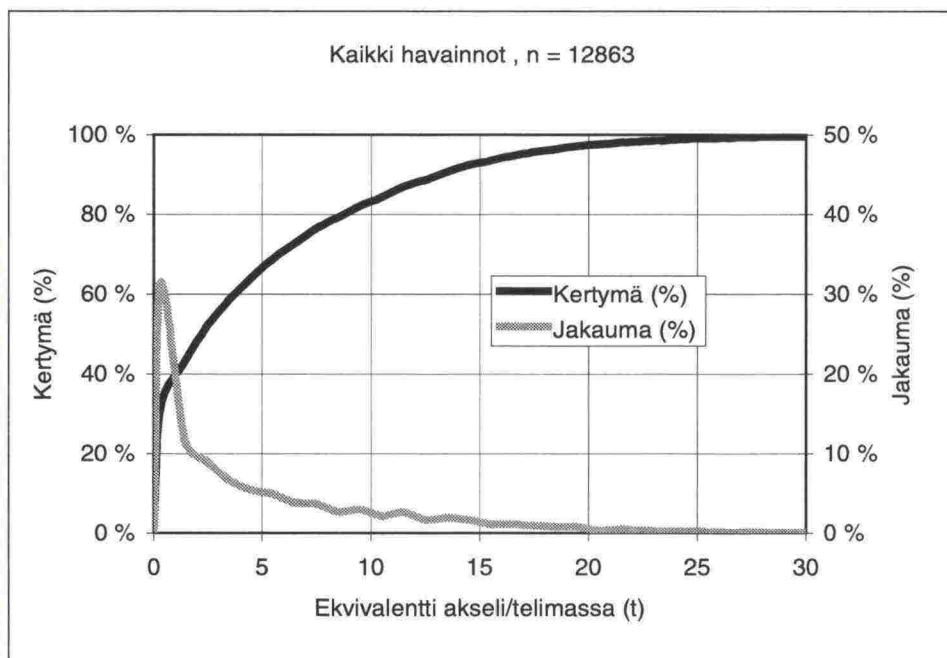
Punnituissa autoissa oli siis 8152 kpl (63 %) yksiakselisia akseleita, 3792 kpl (29 %) kaksiakselisia akseliryhmiä ja 919 (8 %) kolmeakselisia akseliryhmiä. Kaikkien akselien/telien telimassojen jakauma ja kertymä on esitetty kuvassa 1. Kuvassa 2 on esitetty akselien/telien telimassojen kertymät akseliryhmätyypeittäin. Akseliryhmätyypeistä vetoautojen etuakselit on eroteltu erikseen muista yksittäisakseleista, koska etuakselien painojakauma poikkeaa yksittäisakselin painojakaumasta siinä, että yleisesti vetoauton etuakselilla on suhteessa enemmän kuormaa tyhjänäkin. Akselien lukumäärä/akseliryhmä on määritetty punnitustilanteessa alas laskettuina olleiden akselien lukumäärästä. Kuvassa 3 on esitetty ekvivalenttien akselimassojen jakaumat ja kertymät. Ekvivalenttien massojen laskenta on selostettu luvussa 11 "Tutkimusaineiston käsittelyn menetelmät".



Kuva 1. Punnittujen autojen akselien ja telien akseli-/telimassojen jakauma ja kertymä.



Kuva 2. Punnittujen autojen akselien ja telien akseli-/telimassojen kertymät akseliryhmätyypeittäin. Akseliryhmätyypeistä vetoautojen etuakselit on eroteltu erikseen muista yksittäisakselista.



Kuva 3. Punnittujen autojen akselien ja telien ekvivalenttien akseli-/telimassojen jakauma ja kertymä.

Kuvasta 3 nähdään, että yli 10 t ekvivalentti akseli-/telimassa on havaittu lähes 20 % punnitusta akseleista/teleistä.

Taulukoissa 2 ... 4 on esitetty punnittujen autojen akseli/telimassojen keskiarvot, keskihajonnat sekä lukumäärät. Taulukoissa on käytetty merkintää akselien lukumäärä/akseliryhmä, jolla tarkoitetaan punnitustilanteessa alas laskettuina olleiden akselien lukumäärää akseliryhmässä. Taulukossa 4 esitetty kokonaislukumäärä 12863 tarkoittaa punnittujen autojen akseleiden ja akseliryhmien yhteismäärää. Lukumäärässä on mukana myös linja-autot.

Taulukko 2. Punnittujen autojen akseli-/telimassojen keskiarvot jaoteltuna akseliryhmässä olevien akseleiden lukumäärien mukaan.

AKSELIMASSAT (t): Kaikki autot				
Autotyyppi	Akselien lukumäärä / akseliryhmä ¹			Yhteensä
	1	2	3	
KAIP	5.05	10.98	12.83	6.40
KAPP	6.28	11.05	13.55	8.92
KAVP	6.32	12.52	16.35	8.98
LA	6.82	11.55		6.98
Yhteensä	6.14	12.26	14.63	8.55

¹ Punnitustilanteessa alas laskettuina olleiden akseleiden lukumäärä akseliryhmässä

Taulukko 3. Punnittujen autojen akseli-/telimassojen keskihajonnat jaoteltuna akseliryhmässä olevien akseleiden lukumäärien mukaan.

AKSELIMASSOJEN KESKIHAJONNAT (t): Kaikki autot				
Autotyyppi	Akselien lukumäärä / akseliryhmä			Yhteensä
	1	2	3	
KAIP	1.80	4.33	6.78	3.73
KAPP	2.22	4.51	6.90	5.36
KAVP	2.73	5.46	7.79	5.37
LA	1.92	1.26		2.08
Yhteensä	2.53	5.32	7.39	5.17

Taulukko 4. Punnittujen autojen akselien ja telien lukumäärät jaoteltuna akseliryhmässä olevien akseleiden lukumäärien mukaan.

LUKUMÄÄRÄT: Kaikki autot				
Autotyyppi	Akselien lukumäärä / akseliryhmä			Yhteensä
	1	2	3	
KAIP	1306	322	45	1673
KAPP	1136	308	507	1951
KAVP	5183	3144	367	8694
LA	527	18		545
Yhteensä	8152	3792	919	12863

Kuorma-autojen alueelliset akseli-/telimassojen keskiarvot, -hajonnat ja lukumäärät on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Punnittujen kuorma-autojen akseli-/telimassojen keskiarvot, -hajonnat ja lukumäärät alueittain.

Akseli/telimassat alueittain				
	Alue			Yhteensä
	Etelä-Suomi	Väli-Suomi	Pohjois-Suomi	
Keskiarvo	8.51	8.70	8.79	8.62
Keskihajonta	5.20	5.24	5.34	5.25
Lukumäärä	6604	2878	2836	12318

Taulukosta 5 nähdään, että akseli/telimassat kasvavat lievästi etelästä pohjoiseen siirryttäessä. Sama ilmiö on havaittavissa tässä osiossa olevan luvun 18 "Akseli- ja telimassojen jakaumat" alueittain esitetyistä jakaumakuvista.

Tavaralajeittain tarkasteltuna akseli/telimassojen ja ekvivalenttien akselimassojen suuruusjärjestys tutkimuksessa oli taulukon 6 mukainen.

Taulukko 6. Punnittujen kuorma-autojen akseli/telimassojen keskiarvot ja ekvivalenttien akselimassojen keskiarvot päätavaralajiryhmittäin.

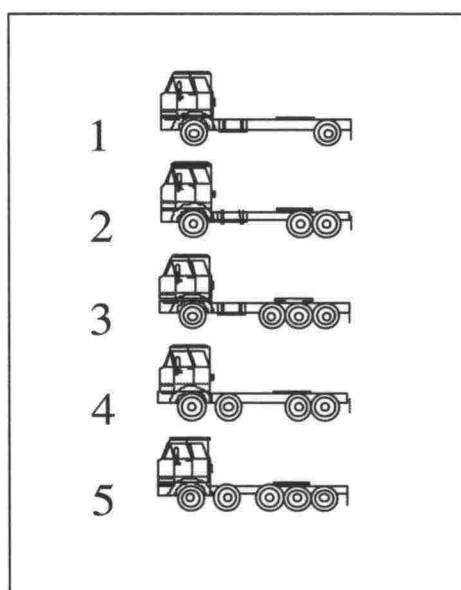
Akseli/telimassat ja ekvivalentit akselimassat		
Pätavaralaji	Akseli/telimassa (t)	Ekvivalentti akselimassa (t)
Raaka-ainekuljetukset	11,83	9,18
Maa-ainekset	11,29	8,51
Jätteet	9,04	6,47
Kappaletavara	9,03	5,19
Tyhjät ja muut	5,60	1,69

Akseli- ja telimassoista on koottu lukuun "Akseli- ja telimassojen jakaumat" tarkemmin jaoteltuja jakaumia ja tunnuslukuja.

17. AJONEUVOJEN TYYPIT JA JAKAUMAT

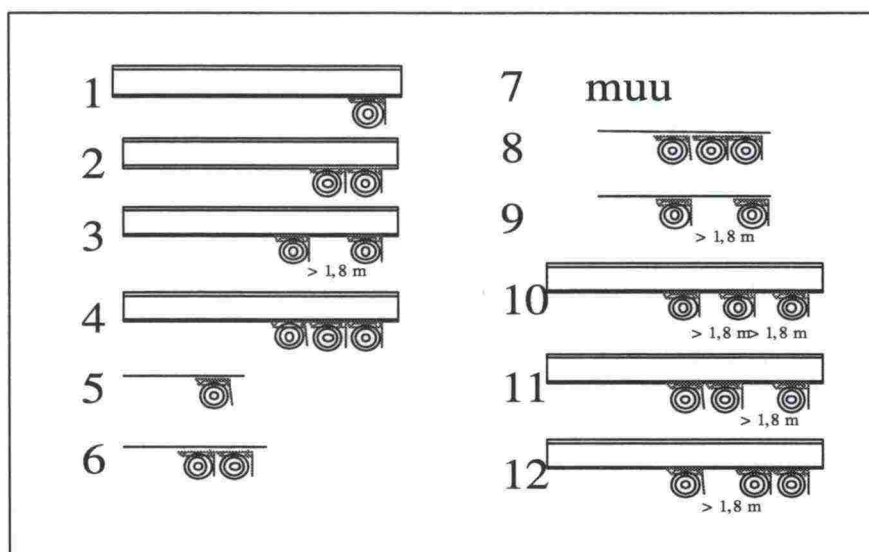
Ajoneuvojen tyypit

Kuvassa 1 on esitetty vetoautojen tyyppien periaatekuvat. Vetoautoja esiintyy autotyypeissä 1...3 (KAIP, KAPP ja KAVP)



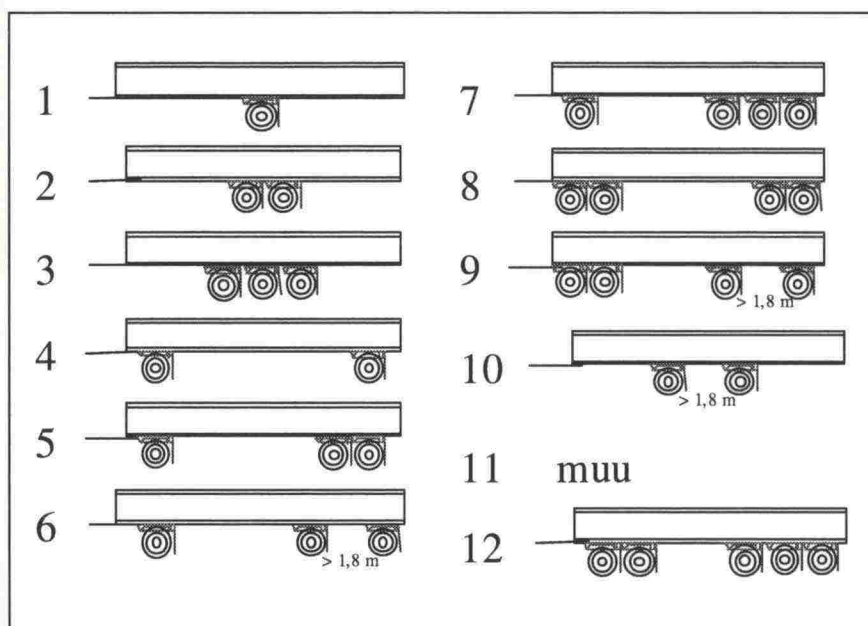
Kuva 1. Vetoautojen tyyppitunnukset ja akselijärjestelyt.

Kuvassa 2 on esitetty puoliperävaunujen tyyppien periaatekuvat. Puoliperävaunu kuuluu autotyyppiin 2 (KAPP).



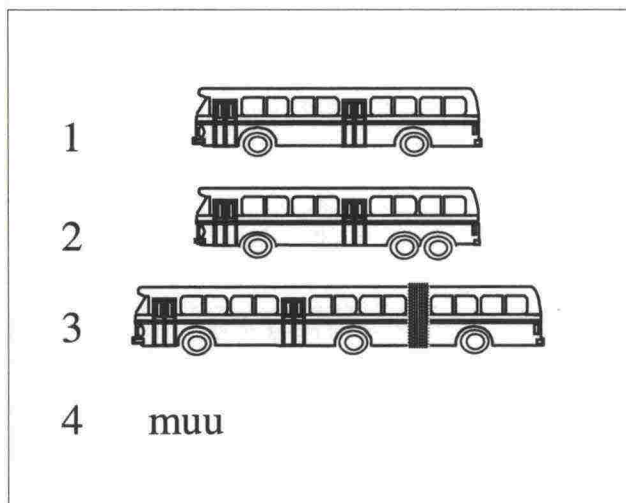
Kuva 2. Puoliperävaunujen (autotyyppiin 2 eli KAPP perävaunu) tyyppitunnukset ja akselijärjestelyt.

Kuvassa 3 on esitetty varsinaisten perävaunujen tyyppien periaatekuvat. Varsinainen perävaunu kuuluu autotyyppiin 3 (KAVP). Myös modulirekkojen perävaunujen tyypit on esitetty varsinaisina perävaunuina, vaikka toiminnallisesti perävaunu olisikin ollut puoliperävaunu. Puoliperävaunun tyyppitunnusta vastaava varsinaisen perävaunun tyyppitunnus on määritelty identtisten akselijärjestelyjen mukaisesti. Tutkimuksessa mukana oli kaiken kaikkiaan 22 modulirekkaa.



Kuva 3. Varsinaisten perävaunujen (autotyyppiin 3 eli KAVP perävaunu sekä modulirekkojen perävaunut) tyyppitunnukset ja akselijärjestelyt.

Kuvassa 4 on esitetty linja-autojen tyyppien periaatekuvat.



Kuva 4. Linja-autojen (autotyyppiin 4 eli LA) tyyppitunnukset ja akselijärjestelyt.

Punnittujen ajoneuvojen jakaumat

Tutkimuksen yhteydessä punnittiin kaiken kaikkiaan 3732 ajoneuvoa, joista 145 on jouduttu jättämään analysoinnin ulkopuolelle. Pois jätettyjen ajoneuvojen tiedoista puuttui joko kaikki punnitustulokset tai akselikohtaiset tulokset. Jatkotarkasteluihin on siten otettu 3587 ajoneuvoa. Taulukossa 1 on esitetty tutkittujen 3587 ajoneuvon lukumäärät autotyypeittäin.

Taulukko 1. Punnittujen ajoneuvojen lukumäärät autotyypeittäin.

Autotyyppi	kpl	Osuus (%)
1	829	23.1 %
2	623	17.4 %
3	1863	51.9 %
4	272	7.6 %
Yhteensä	3587	

Ajoneuvoyhdistelmät jakautuivat taulukossa 3 esitetysti. Ajoneuvoyhdistelmien lukumäärät päälysrakenteittain jaoteltuna on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 2. Päälysrakenteiden tyyppiluokitus.

Numero	Tyyppi
1	Avolava
2	Katettu avolava
3	Puutavarapankot
4	Kippilava tai kasettivarustus
5	Säiliö kiinteille aineille
6	Säiliö nesteille
7	Eristetty umpikori
8	Muu umpikori
9	Kontti ja vaihtolava-auto
10	Eläinkuljetuskalusto
11	Muut

Taulukko 3. Punnittujen ajoneuvoyhdistelmien lukumäärät tyypeittäin.

VETOAUTOT: KAIP						
Vetoauton tyyppi						
	1	2	3	4	5	Kaikki
	461	310	43	13	2	829
PUOLIPERÄVAUNUTYYPIT: KAPP						
Vetoauton tyyppi						
Puoliperävaunun tyyppi	1	2	3	4	5	Kaikki
1	4					4
2	4	10				14
3	22	48	1			71
4	300	193		1		494
5						
6	1	5				6
7		3		1		4
8	2	10				12
9	1	6				7
10	1	3				4
11		6				6
12	1					1
YHT	336	284	1	2	0	623
VARSINAISET PERÄVAUNUTYYPIT: KAVP						
Vetoauton tyyppi						
Vars. perävaunun tyyppi	1	2	3	4	5	Kaikki
1		2				2
2	6	22				28
3		1				1
4	27	35	3	1	2	68
5	15	105	61	4		185
6	17	175	99	15		306
7	1	128	7	1		137
8	1	189	6	2		198
9		895	15	4		914
10	1	2	1			4
11						
12		20				20
YHT	68	1574	192	27	2	1863
LINJA-AUTOT: LA						
Linja-auton tyyppi						
	1	2	3			Kaikki
	253	18	1			272

Taulukko 4. Punnittujen ajoneuvoyhdistelmien lukumäärät päällysrakenteittain.

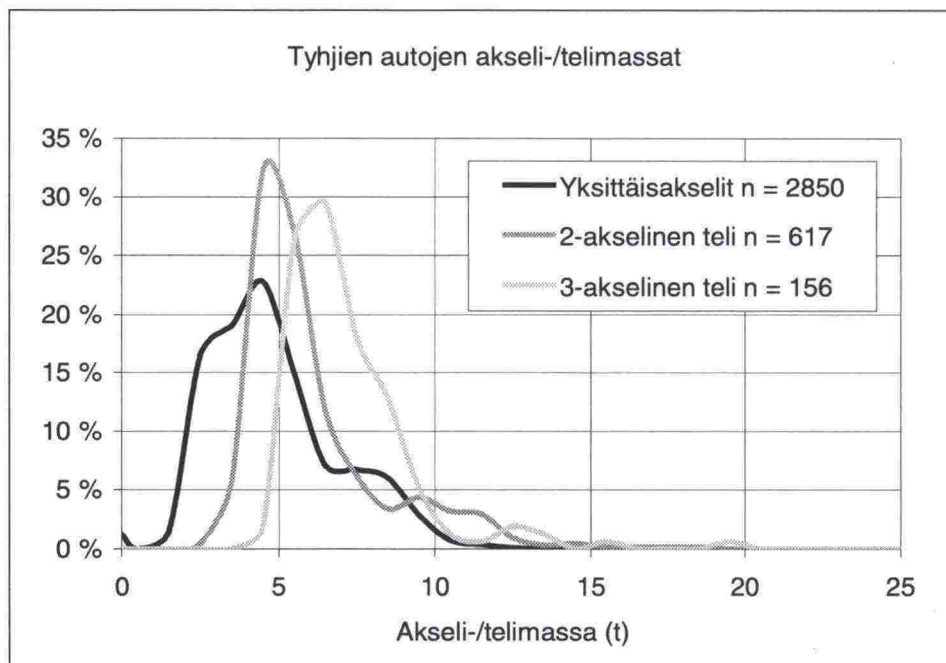
PÄÄLLYSRAKENTEET: Vetoautot				
Päällysrakenne	Autotyyppi			
	KAIP	KAPP	KAVP	
1	111		133	244
2	37		407	444
3	8		249	257
4	27		95	122
5	7		57	64
6	40		222	262
7	170		270	440
8	241		301	542
9	88		98	186
10	26		4	30
11	60	623	24	707
Ei merkitty	14		3	17
YHT	829	623	1863	3315
PÄÄLLYSRAKENTEET: 1. Perävaunu				
Päällysrakenne	Autotyyppi			
	KAIP	KAPP	KAVP	
1		75	140	215
2		279	431	710
3		6	250	256
4			98	98
5		8	56	64
6		13	225	238
7		52	242	294
8		30	301	331
9		119	69	188
10		1	4	5
11		20	43	63
Ei merkitty		20	4	853
YHT		623	1863	3315
PÄÄLLYSRAKENTEET: 2. Perävaunu				
Päällysrakenne	Autotyyppi			
	KAIP	KAPP	KAVP	
2			12	12
6			1	1
7			4	4
8			4	4
9			1	1
YHT			22	22

18. AKSELI- JA TELIMASSOJEN JAKAUMAT

Tutkimusaineistossa oli 3587 autossa yhteensä 12863 akseli- ja telimassatulosta, joista 3623 kappaletta (28 %) on kuljettajan antaman tiedon mukaan tyhjien autojen tuloksia ja 9276 kappaletta (72 %) kuormattujen autojen tuloksia. Akseli- ja telimassoja on käsitelty kuormausasteen lisäksi akselien lukumäärän mukaan (1, 2 tai 3 akselia akseliryhmässä) eli on määritelty yksittäisakselin ja 2- ja 3-akselisen telin massat erikseen. Akseliryhmissä olevien akselien lukumäärä on määritelty alas laskettujen akselien perusteella.

Tyhjät autot

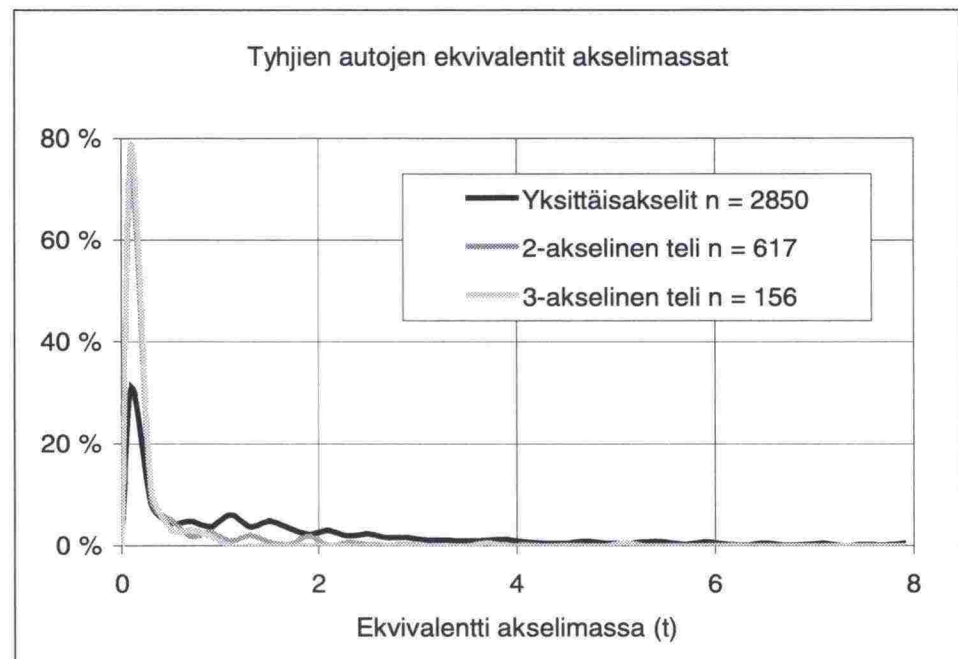
Kuvassa 1 on esitetty tyhjiksi ilmoitettujen autojen akseli-/telimassojen jakaumat jaoteltuina 1-, 2- ja 3-akselisten akseliryhmien tapauksiin. Taulukossa 1 on esitetty akseli-/telimassojen keskiarvot, -hajonnat sekä lukumäärät.



Kuva 1. Tyhjien autojen akseli-/telimassojen jakaumat.

Tyhjien autojen yksittäisakselien massajakaumassa on havaittavissa laakea huippu, mikä johtuu siitä, että vetoauton ja varsinaisen perävaunun yksittäisakselien omamassat poikkeavat toisistaan. Vetoautossa omamassan osuus on merkittävä tyhjällä ajoneuvolla (saattaa olla 70 – 80 % kantavuudesta), kun taas varsinaisessa perävaunussa omamassan osuus on selvästi alle 50 %.

Kuvassa 2 on esitetty tyhjiksi ilmoitettujen autojen ekvivalenttien akseli-/telimassojen jakaumat jaoteltuina 1-, 2- ja 3-akselisten akseliryhmien tapauksiin.



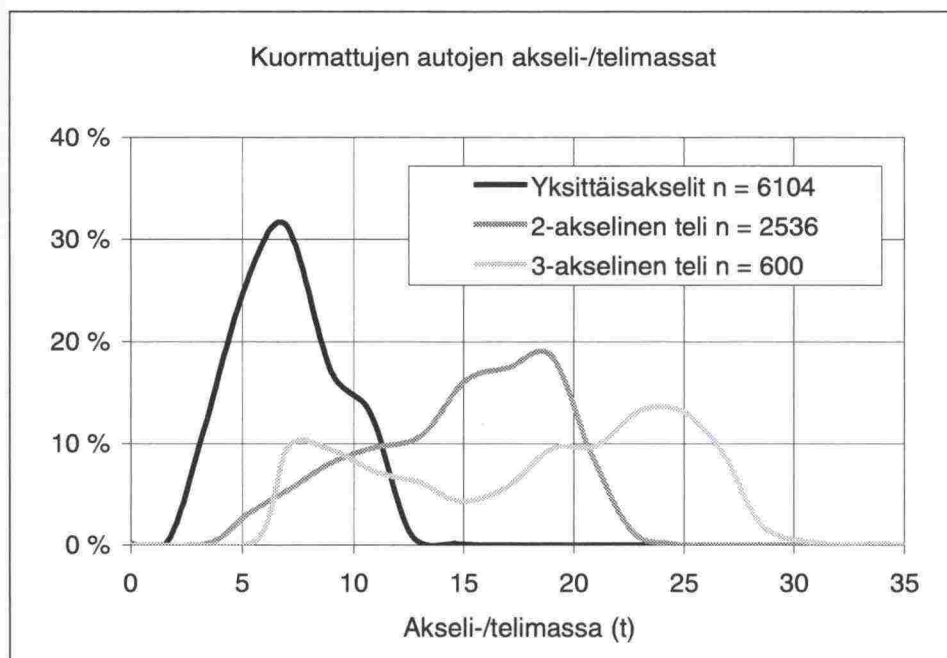
Kuva 2. Tyhjien autojen ekvivalentit akseli-/telimassojen jakaumat.

Taulukko 1. Tyhjien autojen akselimassat.

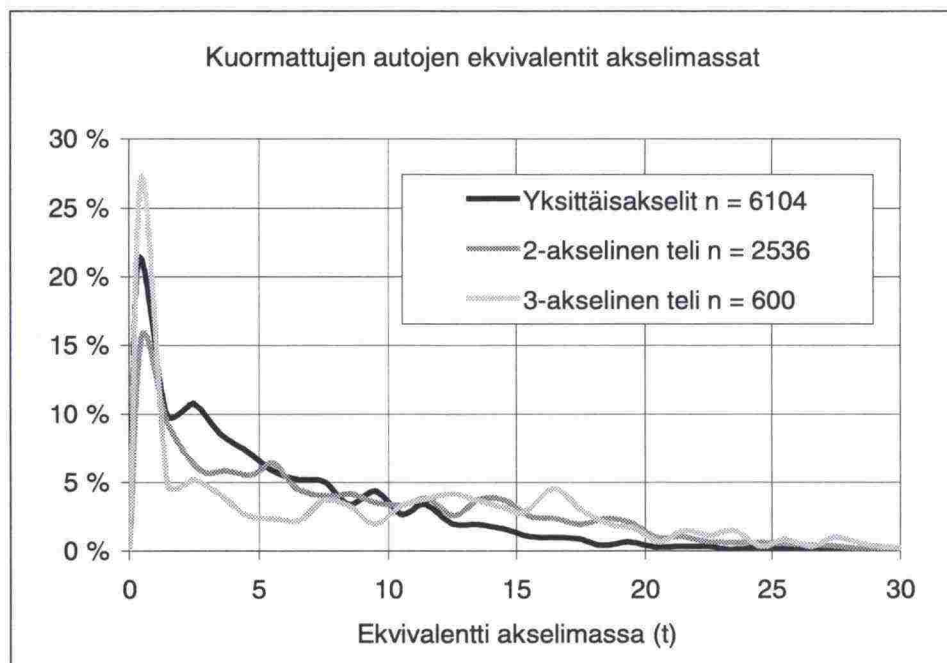
AKSELMASSAT (t): Tyhjät autot				
	Akselien lkm / akseliryhmä			Kaikki
	1	2	3	
Keskiarvo (t)	4.87	6.13	7.26	5.18
Keskihajonta (t)	2.07	2.31	2.04	2.21
Havaintoja (kpl)	2850	617	156	3623

Kuormatut autot

Kuvissa 3 ja 4 on esitetty kuormatuiksi ilmoitettujen autojen akseli-/telimassojen jakaumat ja ekvivalenttien akseli- ja telimassojen jaoteltuina 1-, 2- ja 3-akselisten akseliryhmien tapauksiin. Taulukossa 2 on esitetty akseli-/telimassojen keskiarvot, keskihajonnat sekä lukumäärät.



Kuva 3. Kuormattujen autojen akseli-/telimassojen jakaumat.



Kuva 4. Kuormattujen autojen ekvivalentit akseli-/telimassojen jakaumat.

Taulukko 2. Kuormattujen autojen akselimassat.

AKSELIMASSAT (t): Kuormatut autot				
	Akselien lkm / akseliryhmä			Yhteensä
	1	2	3	
Keskiarvo (t)	6.98	14.91	18.02	9.87
Keskihajonta (t)	2.42	4.41	6.84	5.39
Havaintoja (kpl)	6104	2536	600	9240

Kuormattujen autojen massajakaumat ovat odotetustikin varsin vinoja eli kuormausaste ja kuorman massa on ollut vaihteleva kuormatuissa autoissa. Akseli- ja telimassojen kertymistä saadaan seuraavat tunnusluvut:

- Yksittäisakseleilla 14 % havainnoista ylittää 10 t akselimassan.
- Kaksiakselisissa teleissä 29 % havainnoista ylittää 18 t telimassan.
- Kolmeakselisissa teleissä 17 % havainnoista ylittää 25 t telimassan.

Akselimassat autotyypeittäin

Taulukoissa 3...7 on esitetty akseli- ja telimassojen sekä ekvivalenttien akselimassojen keskiarvot ja keskihajonnat autotyypeittäin ja autonositain erikseen kaikille punnituille tapauksille ja erikseen kuormatuille autoille.

Taulukko 3. Punnittujen autojen akseli-/telimassat autosittain, akseleittain ja autotyypeittäin.

AKSELI-/TELI MASSAT (t) AUTOTYYPEITTÄIN: Kaikki mittaukset														
Autotyyppi		Vetoauto				1. perävaunu				2. perävaunu				Kaikki yht.
		Akselien lkm/akseliryhmä				Akselien lkm/akseliryhmä				Akselien lkm/akseliryhmä				
		1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	
KAIP	Keskiarvo	5.38	13.15	22.93	6.40									6.40
	Keskihajonta	2.03	4.27	3.74	3.73									3.73
	Lukumäärä	1468	193	12	1673									1673
KAPP	Keskiarvo	6.50	13.12		7.50	5.34	9.73	13.92	11.40					8.92
	Keskihajonta	1.98	3.79		3.34	2.88	5.03	6.93	7.06					5.36
	Lukumäärä	1052	187		1239	180	59	473	712					1951
KAVP	Keskiarvo	6.68	16.16	24.44	10.09	6.35	11.16	15.04	8.12	6.81	9.10	14.19	11.01	8.98
	Keskihajonta	1.61	4.27	3.44	5.71	3.28	5.39	7.33	4.91	2.60	3.01	6.10	5.90	5.37
	Lukumäärä	2497	1147	109	3753	3220	1546	147	4913	10	3	15	28	8694
LA	Keskiarvo	6.82	11.55		6.98									6.98
	Keskihajonta	1.92	1.26		2.08									2.08
	Lukumäärä	527	18		545									545
Sarake yhteensä: Keskiarvo		6.31	15.36	24.29	8.55	6.30	11.10	14.19	8.54	6.81	9.10	14.19	11.01	8.55
Sarake yhteensä: Keskihajonta		1.92	4.40	3.48	5.01	3.26	5.38	7.04	5.35	2.60	3.01	6.10	5.90	5.17
Sarake yhteensä: Lukumäärä		5544	1545	121	7210	3400	1605	620	5625	10	3	15	28	12863

Taulukko 4. Punnittujen autojen ekvivalentit akselimassat autosittain, akseleittain ja autotyypeittäin.

EKVIVALENIT AKSELIMASSAT (t) AUTOTYYPEITTÄIN: Kaikki mittaukset														
Autotyyppi		Vetoauto				1. perävaunu				2. perävaunu				Kaikki yht.
		Akselien lkm/akseliryhmä				Akselien lkm/akseliryhmä				Akselien lkm/akseliryhmä				
		1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	
KAIP	Keskiarvo	2.50	5.75	10.37	2.94									2.94
	Keskihajonta	3.88	6.83	5.58	4.50									4.50
	Lukumäärä	1468	193	12	1673									1673
KAPP	Keskiarvo	4.41	5.28		4.54	3.42	3.73	6.37	5.40					4.86
	Keskihajonta	6.29	5.31		6.16	5.92	7.24	8.98	8.27					7.02
	Lukumäärä	1052	187		1239	180	59	473	712					1951
KAVP	Keskiarvo	4.81	10.20	12.75	6.69	5.01	4.43	5.60	4.85	6.47	0.97	5.81	5.53	5.64
	Keskihajonta	3.68	7.60	5.15	5.88	6.72	5.73	8.02	6.47	6.40	0.99	7.44	6.72	6.29
	Lukumäärä	2497	1147	109	3753	3220	1546	147	4913	10	3	15	28	8694
LA	Keskiarvo	4.20	2.46		4.14									4.14
	Keskihajonta	3.69	1.03		3.65									3.65
	Lukumäärä	527	18		545									545
Sarake yhteensä: Keskiarvo		4.07	8.96	12.52	5.26	4.93	4.40	6.18	4.92	6.47	0.97	5.81	5.53	5.11
Sarake yhteensä: Keskihajonta		4.45	7.53	5.22	5.72	6.69	5.79	8.76	6.73	6.40	0.99	7.44	6.72	6.19
Sarake yhteensä: Lukumäärä		5544	1545	121	7210	3400	1605	620	5625	10	3	15	28	12863

Taulukko 5. Kuormattujen autojen akseli-/telimassat autonositain,akseleittain ja autotyypeittäin.

AKSELI-/TELI MASSAT (t) AUTOTYYPEITTÄIN: Kuormatut autot														
Autotyyppi		Vetoauto Akselien lkm/akseliryhmä				1. perävaunu Akselien lkm/akseliryhmä				2. perävaunu Akselien lkm/akseliryhmä				Kaikki yht.
		1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	
KAIP	Keskiarvo	5.47	13.75	22.93	6.88									6.88
	Keskihajonta	2.10	4.13	3.74	4.21									4.21
	Lukumäärä	956	168	12	1136									1136
KAPP	Keskiarvo	7.00	13.63		8.22	6.43	12.05	16.02	13.55					10.15
	Keskihajonta	2.05	3.55		3.52	2.93	5.35	6.49	7.04					5.69
	Lukumäärä	746	169		915	119	35	365	519					1434
KAVP	Keskiarvo	6.96	16.74	24.64	11.61	7.69	13.67	18.15	9.87	6.81	9.10	14.54	11.07	10.62
	Keskihajonta	1.29	3.88	3.01	6.07	2.93	4.40	6.67	4.76	2.60	3.01	6.17	6.00	5.44
	Lukumäärä	1466	1058	107	2631	2280	1085	102	3467	10	3	14	27	6125
LA	Keskiarvo	6.82	11.55		6.98									6.98
	Keskihajonta	1.92	1.26		2.08									2.08
	Lukumäärä	527	18		545									545
Sarake yhteensä: Keskiarvo		6.56	15.94	24.46	9.51	7.63	13.62	16.49	10.35	6.81	9.10	14.54	11.07	9.87
Sarake yhteensä: Keskihajonta		1.90	4.09	3.12	5.45	2.94	4.44	6.58	5.26	2.60	3.01	6.17	6.00	5.39
Sarake yhteensä: Lukumäärä		3695	1413	119	5227	2399	1120	467	3986	10	3	14	27	9240

Taulukko 6. Kuormattujen autojen ekvivalentit akselimassat autonositain, akseleittain ja autotyypeittäin.

EKVIVALENTIT AKSELI MASSAT (t) AUTOTYYPEITTÄIN: Kuormatut autot														
Autotyyppi		Vetoauto Akselien lkm/akseliryhmä				1. perävaunu Akselien lkm/akseliryhmä				2. perävaunu Akselien lkm/akseliryhmä				Kaikki yht.
		1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	
KAIP	Keskiarvo	2.85	6.42	10.37	3.45									3.45
	Keskihajonta	4.40	7.03	5.58	5.10									5.10
	Lukumäärä	956	168	12	1136									1136
KAPP	Keskiarvo	5.54	5.75		5.58	5.04	6.10	8.20	7.33					6.21
	Keskihajonta	7.12	5.36		6.83	6.72	8.67	9.47	8.95					7.71
	Lukumäärä	746	169		915	119	35	365	519					1434
KAVP	Keskiarvo	6.03	10.96	12.94	8.30	6.99	6.24	7.98	6.78	6.47	0.97	6.19	5.72	7.43
	Keskihajonta	3.63	7.42	4.99	6.09	7.08	5.96	8.62	6.81	6.40	0.99	7.57	6.77	6.55
	Lukumäärä	1466	1058	107	2631	2280	1085	102	3467	10	3	14	27	6125
LA	Keskiarvo	4.20	2.46		4.14									4.14
	Keskihajonta	3.69	1.03		3.65									3.65
	Lukumäärä	527	18		545									545
Sarake yhteensä: Keskiarvo		4.85	9.69	12.68	6.34	6.89	6.24	8.15	6.85	6.47	0.97	6.19	5.72	6.56
Sarake yhteensä: Keskihajonta		4.91	7.45	5.09	6.18	7.07	6.06	9.29	7.13	6.40	0.99	7.57	6.77	6.61
Sarake yhteensä: Lukumäärä		3695	1413	119	5227	2399	1120	467	3986	10	3	14	27	9240

Taulukko 7. Kuormattujen autojen ekvivalentit akselimassat autonosittain ja akselin/telin asennon mukaan.

EKVIVALENTIT AKSELI MASSAT (N) AJOTYYPPEITTÄIN: Kuormatut autot																				
Autotyyppi		Vebauto Akselin/telin asento ¹						1. perävaunu Akselin/telin asento						2. perävaunu Akselin/telin asento						Kaikki yht.
		1	1.2	1.3	2	2.3	3	1	1.2	1.3	2	2.3	3	1	1.2	1.3	2	2.3	3	
KAIP	Keskiarvo	2.59	7.60	4.41	6.44	5.68	10.37													3.48
	Keskihajonta	4.13	6.46	1.30	7.08	4.57	5.58													5.10
	Lukumäärä	906	47	3	164	4	12													1136
KAPP	Keskiarvo	5.62	4.06		5.75			5.04			7.65	4.65	8.20							6.21
	Keskihajonta	7.25	3.88		5.36			6.72			6.89	10.05	9.47							7.71
	Lukumäärä	706	40		169			119			17	18	365							1434
KAVP	Keskiarvo	5.96	7.08	8.66	10.98	8.37	12.94	6.99	0.19		6.26	0.79	7.98	6.47			1.25	0.42	6.19	7.43
	Keskihajonta	3.56	4.27	5.58	7.42	7.97	4.99	7.08			5.96	0.76	8.62	6.40			1.23		7.57	6.55
	Lukumäärä	1375	82	9	1049	9	107	2279	1		108	4	102	10			2	1	14	6125
LA	Keskiarvo	4.20			2.46															4.14
	Keskihajonta	3.69			1.03															3.65
	Lukumäärä	527			18															545
Sarake yhteensä:		4.76	6.51	7.60	9.71	7.54	12.66	6.89	0.19		6.26	3.95	8.15	6.47			1.25	0.42	6.19	6.56
Sarake yhteensä:		4.89	5.06	5.16	7.45	7.02	5.09	7.07			5.97	9.17	9.29	6.40			1.23		7.57	6.61
Sarake yhteensä:		3514	165	12	1400	13	119	2398	1		1098	22	467	10			2	1	14	9240

¹ Akselin/telin asento määritellään seuraavasti:

- | | | | |
|-----|---|-----|--|
| 1 | Yksittäisakseli | 2 | Kaksiakselisessa telissä punnituksessa molemmat akselit alhaalla |
| 1.2 | Kaksiakselisessa telissä punnituksessa yksi akseli alhaalla | 2.3 | Kolmeakselisessa telissä punnituksessa kaksi akseliä alhaalla |
| 1.3 | Kolmeakselisessa telissä punnituksessa yksi akseli alhaalla | 3 | Kolmeakselisessa telissä punnituksessa kaikki akselit alhaalla |

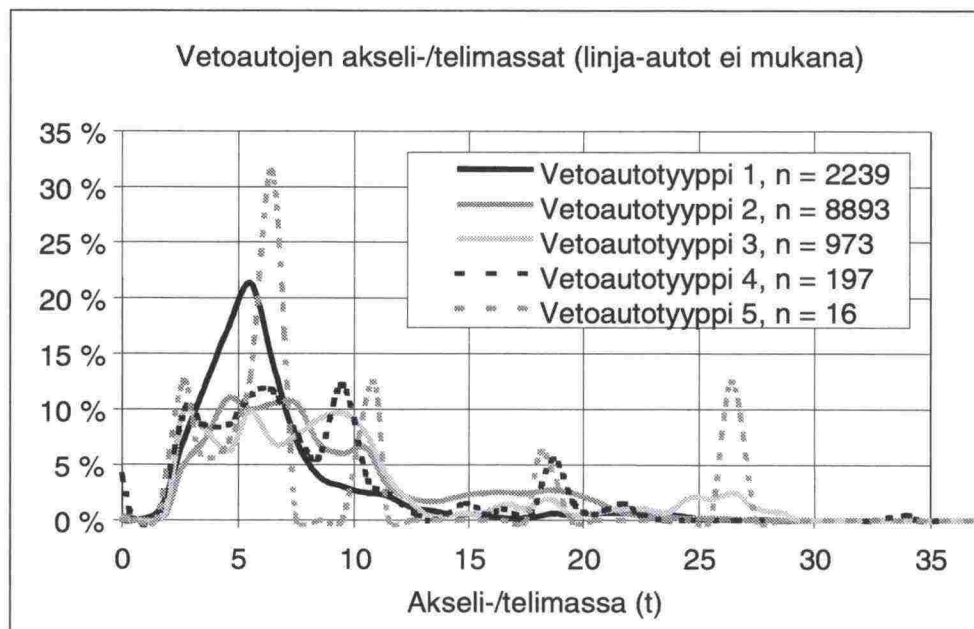
Kuorma-autoista on esitetty vetoautojen akseli-/telimassat sekä ekvivalentit taulukoissa 8 ja 9 sekä jakaumakuvat kuvissa 5...7. Linja-autojen vastaavat tulokset on esitetty luvussa 20.

Taulukko 8. Vetoautojen akseli-/telimassat vetoautotyypeittäin ja autotyypeittäin.

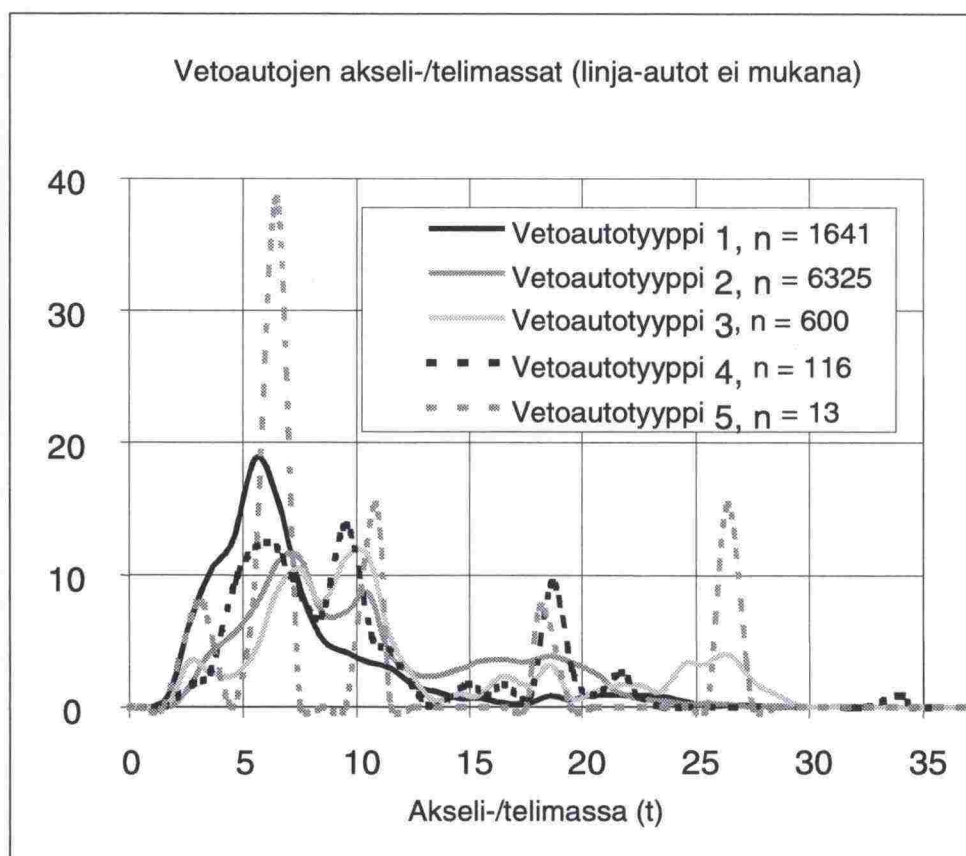
AKSELIMASSAT (t) VETOAUTOTYYPEITTÄIN: Kaikki mittaukset															AKSELIMASSAT (t) VETOAUTOTYYPEITTÄIN: Kuormatut autot																
Vetoauton tyyppi		Autotyyppi													Kaikki yht.		Autotyyppi													Kaikki yht.	
		KAIP			KAPP			KAVP			KAIP			KAPP			KAVP														
		Akselien lkm/ akseliryhmä	1	2	3	KAIP Yht.	Akselien lkm/ akseliryhmä	1	2	3	KAPP Yht.	Akselien lkm/ akseliryhmä	1	2			3	KAVP Yht.	Akselien lkm/ akseliryhmä	1	2	3	KAIP Yht.	Akselien lkm/ akseliryhmä	1	2	3	KAPP Yht.	Akselien lkm/ akseliryhmä		
1	Keskiaarvo	4.83				4.83	6.61	8.43	13.30	8.47	5.57	7.05	14.55	5.72	6.62	5.01				5.01	7.25	9.85	15.46	9.59	5.88	7.70	14.55	6.06	7.28		
	Keskihajonta	1.95				1.95	2.30	3.73	6.65	4.98	2.08	2.15		2.18	4.07	2.11				2.11	2.32	4.14	6.22	5.31	2.18	2.18		2.30	4.51		
	Lukumäärä	922				922	726	28	280	1034	259	23	1	283	2239	664				664	534	17	212	763	197	16	1	214	1641		
2	Keskiaarvo	6.24	13.11			8.17	5.92	12.77	14.72	9.42	6.52	13.36	14.79	9.05	9.03	6.50	13.57			9.20	6.39	13.64	16.69	10.76	7.40	15.20	17.52	10.64	10.56		
	Keskihajonta	1.84	4.19			4.11	1.91	4.17	7.13	5.67	2.65	5.50	7.24	5.21	5.20	1.72	4.10			4.48	1.89	3.76	6.68	5.96	2.42	4.41	6.78	5.21	5.27		
	Lukumäärä	446	174			620	500	217	192	909	4668	2542	154	7364	8893	251	155			406	329	186	152	667	3102	2040	110	5252	6325		
3	Keskiaarvo	7.02	10.50	22.58		9.41	5.74			5.74	6.79	12.43	24.29	9.70	9.65	7.20	13.88	22.58	12.64						8.15	15.75	24.58	12.27	12.29		
	Keskihajonta	1.79	3.76	3.71		5.70	3.50			3.50	2.96	5.77	3.52	6.83	6.73	1.42	3.51	3.71	7.43						2.52	4.01	2.95	7.12	7.13		
	Lukumäärä	65	10	11		86	4			4	666	104	113	883	973	21	4	11	36						386	68	110	564	600		
4	Keskiaarvo	5.77	16.74			8.30	6.48	20.45	34.00	16.85	5.97	15.15	6.55	7.58	7.91	5.74	16.74		9.40	6.48	20.45	34.00	16.85	7.57	16.78		9.96	10.07			
	Keskihajonta	1.49	4.18			5.23	2.37			13.27	3.04	5.43		4.98	5.39	0.98	4.18		5.83	2.37			13.27	2.29	4.24		4.98	5.67			
	Lukumäärä	30	9			39	2	1	1	4	126	27	1	154	197	18	9		27	2	1	1	4	63	22		85	116			
5	Keskiaarvo	4.80		26.80		8.47					6.74		22.13	9.82	9.31	5.88		26.80	12.85						6.74		22.13	9.82	10.52		
	Keskihajonta	1.54				9.09					2.94		5.55	7.22	7.70	0.60		12.09							2.94		5.55	7.22	8.08		
	Lukumäärä	5		1		6					8		2	10	16	2		1	3						8		2	10	13		
Sarake yhteensä: Keskiaarvo		5.38	13.15	22.93		6.40	6.33	12.31	13.92	8.92	6.49	13.28	18.77	8.98	8.62	5.47	13.75	22.93	6.88	6.92	13.36	16.02	10.15	7.40	15.17	21.03	10.62	10.05			
Sarake yhteensä: Keskihajonta		2.03	4.27	3.74		3.73	2.18	4.36	6.93	5.36	2.68	5.53	7.58	5.37	5.25	2.10	4.13	3.74	4.21	2.20	3.95	6.49	5.69	2.45	4.43	6.29	5.44	5.48			
Sarake yhteensä: Lukumäärä		1468	193	12		1673	1232	246	473	1951	5727	2696	271	8694	12318	956	168	12	1136	865	204	365	1434	3756	2146	223	6125	8695			

Taulukko 9. Vetoautojen ekvivalentit akselimassat vetoautotyypeittäin ja autotyypeittäin

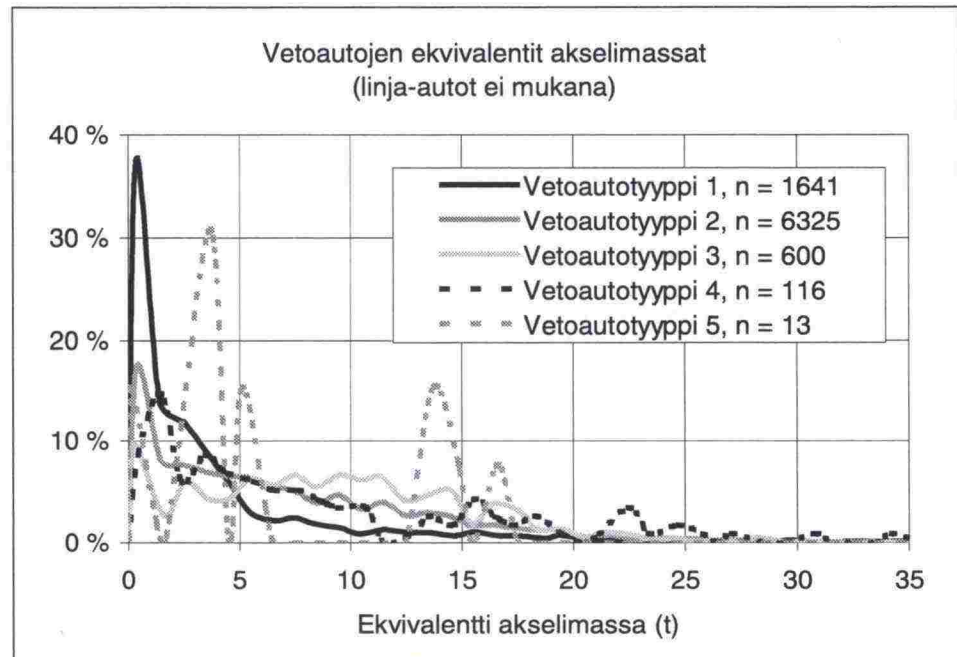
EKVIVALENTIT KILOMETRIT (t) VETOAUTOTYYPEITTÄIN: Kaikki															EKVIVALENTIT KILOMETRIT (t) VETOAUTOTYYPEITTÄIN: Kuormatut														
Vetoauton		Autotyyppi													Autotyyppi														
		KAIP				KAPP				KAVP					KAIP				KAPP				KAVP						
		Akselien akseliyhm				Akselien akseliyhm				Akselien akseliyhm					Akselien akseliyhm				Akselien akseliyhm				Akselien akseliyhm						
1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	Kaikki yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	1	2	3	Yht.	Kaikki yht.
1	Keskiaarvo	1.72			1.72	4.83	2.16	5.5	4.94	2.54	0.51	2.94	2.38	3.29	2.05			2.05	6.11	3.38	7.20	6.35	3.03	0.68	2.94	2.85	4.15		
	Keskihajont	3.62			3.62	7.38	5.66	7.76	7.46	3.73	0.51		3.62	5.92	4.15			4.15	8.21	7.07	8.21	8.21	4.12	0.54		4.00	6.68		
	Lukumäär	922			922	726	28	280	1034	259	23	1	283	2239	664			664	534	17	212	763	197	16	1	214	1641		
2	Keskiaarvo	3.71	5.63		4.25	3.45	5.2	7.49	4.72	4.95	6.94	5.63	5.65	5.46	4.58	6.14		5.18	4.44	5.97	9.41	6.00	6.62	8.57	7.81	7.40	7.11		
	Keskihajont	3.84	6.77		4.91	3.97	5.74	10.2	6.41	5.63	7.18	8.11	6.33	6.27	4.26	6.95		5.49	4.46	5.84	10.71	7.01	6.01	7.11	8.70	6.59	6.61		
	Lukumäär	446	174		620	500	217	192	909	4668	2542	154	7364	8893	251	155		406	329	186	152	667	3102	2040	110	5252	6325		
3	Keskiaarvo	5.27	2.66	9.80	5.55	3.97			3.97	5.66	6.03	12.5	6.58	6.48	7.23	5.68	9.80	7.85					8.17	9.04	12.77	9.18	9.10		
	Keskihajont	4.99	3.72	5.48	5.21	5.93			5.93	5.64	6.8	5.22	6.16	6.09	6.71	4.57	5.48	6.17					5.61	6.67	4.98	5.90	5.92		
	Lukumäär	65	10	11	86	4			4	666	104	113	883	973	21	4	11	36					386	68	110	564	600		
4	Keskiaarvo	2.93	11.53		4.91	6.03	18.6	34.2	16.2	4.98	9.72	0.06	5.75	5.82	3.09	11.53		5.91	6.03	18.65	34.21	16.23	8.00	11.70		8.96	8.50		
	Keskihajont	2.39	7.94		5.58	6.7			13.5	6.26	8.57		6.93	6.99	2.08	7.94		6.22	6.70			13.93	7.24	8.26		7.64	7.76		
	Lukumäär	30	9		39	2	1	1	4	126	27	1	154	197	18	9		27	2	1	1	4	63	22		85	116		
5	Keskiaarvo	1.58		16.64	4.05					5.69		9.20	6.35	5.53	3.00		16.64	7.55					5.69		9.20	6.35	6.66		
	Keskihajont	1.47			6.29					5.34		8.00	5.61	5.78	1.20		7.92						5.34		8.00	5.61	5.86		
	Lukumäär	5		1	6					8		2	10	16	2		1	3					8		2	10	13		
Sarake yhteensä:		2.50	5.75	10.37	2.94	4.27	4.91	6.37	4.86	4.93	6.88	8.49	5.64	5.15	2.85	6.42	10.37	3.45	5.47	5.81	8.20	6.21	6.61	8.56	10.25	7.43	6.71		
Sarake yhteensä:		3.88	6.83	5.58	4.50	6.25	5.85	8.98	7.02	5.60	7.18	7.78	6.25	6.27	4.40	7.03	5.58	5.10	7.06	6.03	9.47	7.71	5.99	7.12	7.48	6.55	6.72		
Sarake yhteensä:		1468	193	12	1673	1232	246	473	1951	5727	2696	271	8694	12318	956	168	12	1136	865	204	365	1434	3756	2146	223	6125	8695		



Kuva 5. Vetoautojen akseli-/telimassojen jakaumat kaikki punnitukset. (linja-autot eivät ole mukana).



Kuva 6. Kuormattujen vetoautojen akseli-/telimassojen jakaumat (linja-autot eivät ole mukana).



Kuva 7. Kuormattujen vetoautojen ekvivalenttien akselimassojen jakaumat (linja-autot eivät ole mukana).

Perävaunut

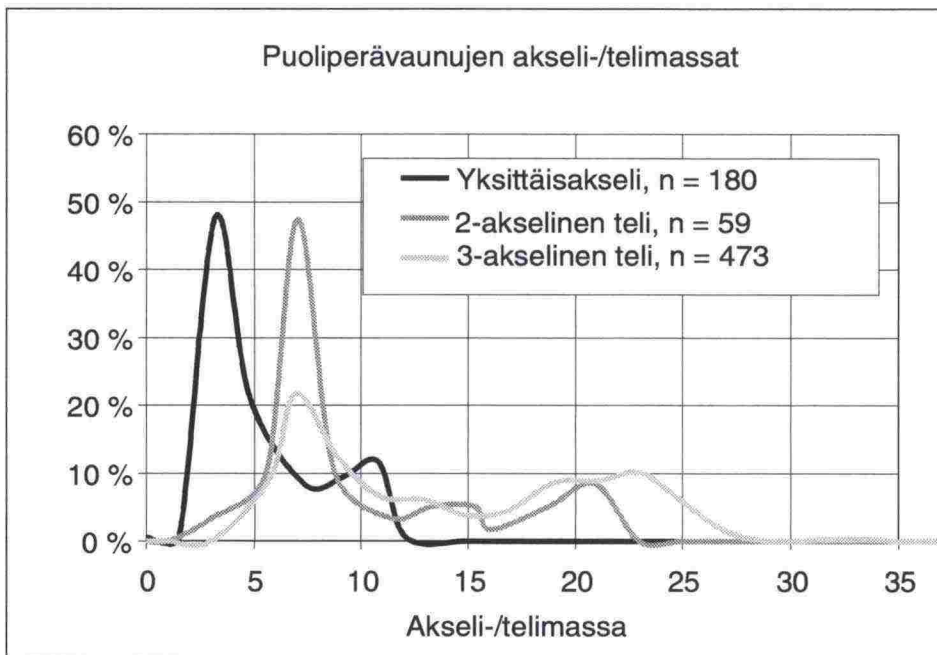
Seuraavissa taulukoissa ja kuvissa on esitetty puoliperävaunujen akseli-/telimassojen ja ekvivalenttien akselimassojen lukuarvot ja jakaumat.

Taulukko 10. Puoliperävaunujen akseli-/telimassat sekä ekvivalentit akselimassat puoliperävaunutyypeittäin ja akselien lukumäärittäin.

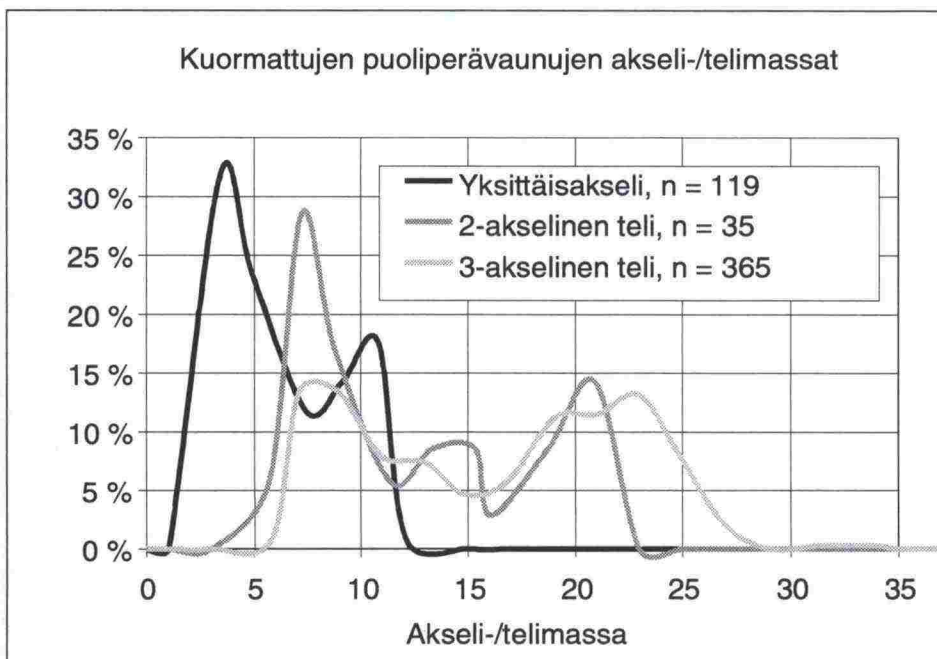
AKSELIMASSAT (t) PUOLIPERÄVAUNUTYPEITTÄIN: Kaikki mittaukset					EKVIVALENTIT AKSELIMASSAT (t)				
Puoliperävaunun tyyppi		Akselien lkm/ akseliryhmä				Akselien lkm/ akseliryhmä			
		1	2	3		1	2	3	
					Kaikki yht.				Kaikki yht.
1	Keskiarvo	4.93			4.93	0.89			0.89
	Keskihajonta	0.40			0.40	0.71			0.71
	Lukumäärä	4			4	4			4
2	Keskiarvo		12.33		12.33		4.64		4.64
	Keskihajonta		4.67		4.67		6.07		6.07
	Lukumäärä		14		14		14		14
3	Keskiarvo	5.23			5.23	2.86			2.86
	Keskihajonta	2.81			2.81	5.18			5.18
	Lukumäärä	142			142	142			142
4	Keskiarvo	6.70	8.34	13.91	13.53	4.92	2.76	6.42	6.18
	Keskihajonta		3.74	6.94	6.91		7.75	9.04	8.99
	Lukumäärä	1	32	461	494	1	32	461	494
5	Keskiarvo								
	Keskihajonta								
	Lukumäärä								
6	Keskiarvo		10.83		10.83		6.09		6.09
	Keskihajonta		8.33		8.33		9.22		9.22
	Lukumäärä		6		6		6		6
7	Keskiarvo								
	Keskihajonta								
	Lukumäärä								
8	Keskiarvo			14.25	14.25			4.27	4.27
	Keskihajonta			6.99	6.99			5.91	5.91
	Lukumäärä			12	12			12	12
9	Keskiarvo	6.03			6.03	6.38			6.38
	Keskihajonta	3.79			3.79	7.80			7.80
	Lukumäärä	14			14	14			14
10	Keskiarvo	5.78			5.78	4.89			4.89
	Keskihajonta	2.91			2.91	6.81			6.81
	Lukumäärä	12			12	12			12
11	Keskiarvo	6.34	11.13		8.74	8.94	5.09		7.02
	Keskihajonta	3.49	6.06		5.34	12.49	5.86		9.52
	Lukumäärä	6	6		12	6	6		12
12	Keskiarvo	1.50	3.10		2.30	0.01	0.02		0.01
	Keskihajonta				1.13				0.00
	Lukumäärä	1	1		2	1	1		2
Sarake yhteensä: Keskiarvo		5.34	9.73	13.92	11.40	3.42	3.73	6.37	5.40
Sarake yhteensä: Keskihajonta		2.88	5.03	6.93	7.06	5.92	7.24	8.98	8.27
Sarake yhteensä: Lukumäärä		180	59	473	712	180	59	473	712

Taulukko 11. Kuormattujen puoliperävaunujen akseli-/telimassat sekä ekvivalentit akselimassat puoliperävaunutyypeittäin ja akselien lukumäärittäin.

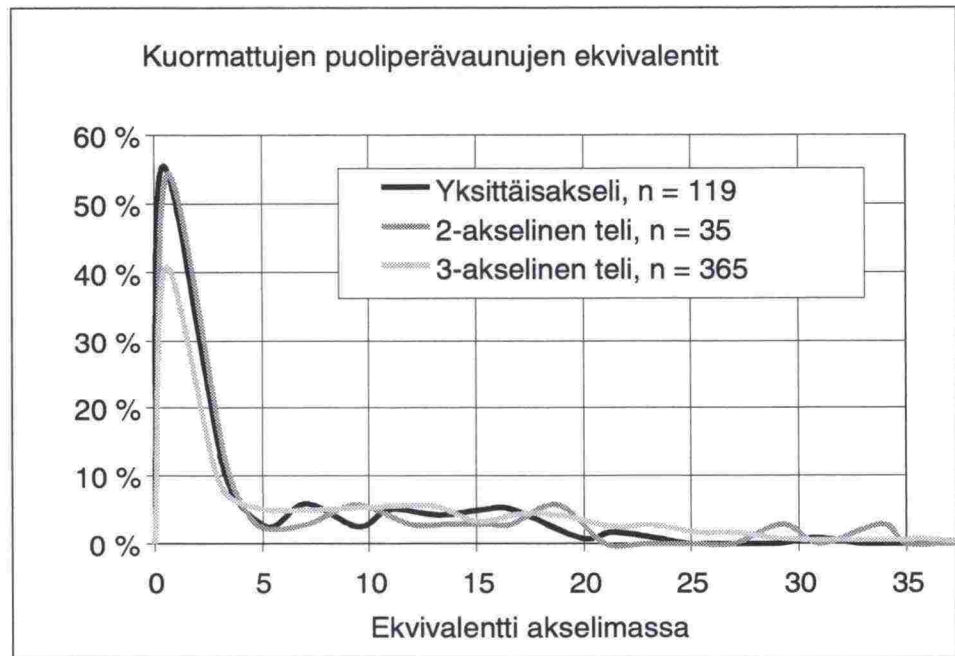
AKSELIMASSAT (t) PUOLIPERÄVAUNUTYYPEITTÄIN: Kuormatut					EKVIVALENTIT AKSELIMASSAT (t)				
Puoliperävaunun tyyppi		Akselien lkm/ akseliryhmä				Akselien lkm/ akseliryhmä			
		1	2	3	Kaikki yht.	1	2	3	Kaikki yht.
1	Keskiarvo	5.20			5.20	0.73			0.73
	Keskihajonta								
	Lukumäärä	1			1	1			1
2	Keskiarvo		13.67		13.67		5.80		5.80
	Keskihajonta		4.36		4.36		6.40		6.40
	Lukumäärä		11		11		11		11
3	Keskiarvo	6.17			6.17	4.09			4.09
	Keskihajonta	2.90			2.90	5.84			5.84
	Lukumäärä	98			98	98			98
4	Keskiarvo		9.59	16.02	15.71		4.65	8.28	8.11
	Keskihajonta		4.64	6.51	6.57		10.05	9.54	9.58
	Lukumäärä		18	355	373		18	355	373
5	Keskiarvo								
	Keskihajonta								
	Lukumäärä								
6	Keskiarvo		21.40		21.40		17.94		17.94
	Keskihajonta		0.57		0.57		1.89		1.89
	Lukumäärä		2		2		2		2
7	Keskiarvo								
	Keskihajonta								
	Lukumäärä								
8	Keskiarvo			15.98	15.98			5.12	5.12
	Keskihajonta			6.29	6.29			6.16	6.16
	Lukumäärä			10	10			10	10
9	Keskiarvo	7.47			7.47	8.92			8.92
	Keskihajonta	3.57			3.57	7.93			7.93
	Lukumäärä	10			10	10			10
10	Keskiarvo	8.22			8.22	9.42			9.42
	Keskihajonta	1.17			1.17	7.26			7.26
	Lukumäärä	6			6	6			6
11	Keskiarvo	7.88	13.96		10.92	13.32	7.59		10.46
	Keskihajonta	3.23	5.40		5.25	13.54	5.68		10.09
	Lukumäärä	4	4		8	4	4		8
12	Keskiarvo								
	Keskihajonta								
	Lukumäärä								
Sarake yhteensä: Keskiarvo		6.43	12.05	16.02	13.55	5.04	6.10	8.20	7.33
Sarake yhteensä: Keskihajonta		2.93	5.35	6.49	7.04	6.72	8.67	9.47	8.95
Sarake yhteensä: Lukumäärä		119	35	365	519	119	35	365	519



Kuva 8. Kaikkien punnittujen puoliperävaunujen akseli-/telimassojen jakaumat .



Kuva 9. Kuormattujen puoliperävaunujen akseli-/telimassojen jakaumat .



Kuva 10. Kuormattujen puoliperävaunujen ekvivalenttien akselimassojen jakaumat .

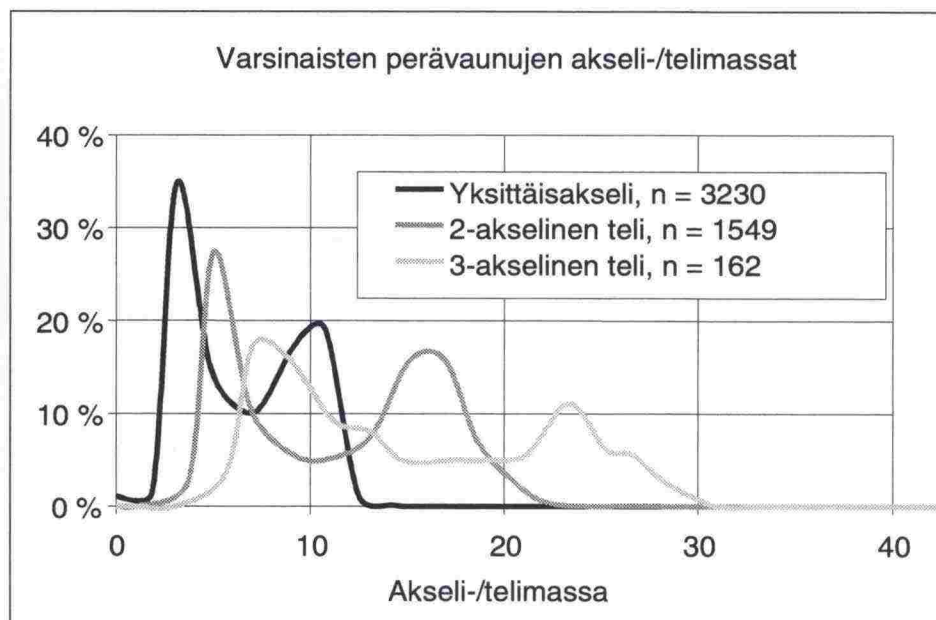
Seuraavissa taulukoissa ja kuvissa on esitetty varsinaisten perävaunujen akseli-/telimassojen ja ekvivalenttien akselimassojen lukuarvot ja jakaumat.

Taulukko 12. Varsinaisten perävaunujen akseli-/telimassat sekä ekvivalentit akselimassat perävaunutyypeittäin ja akselien lukumäärittäin.

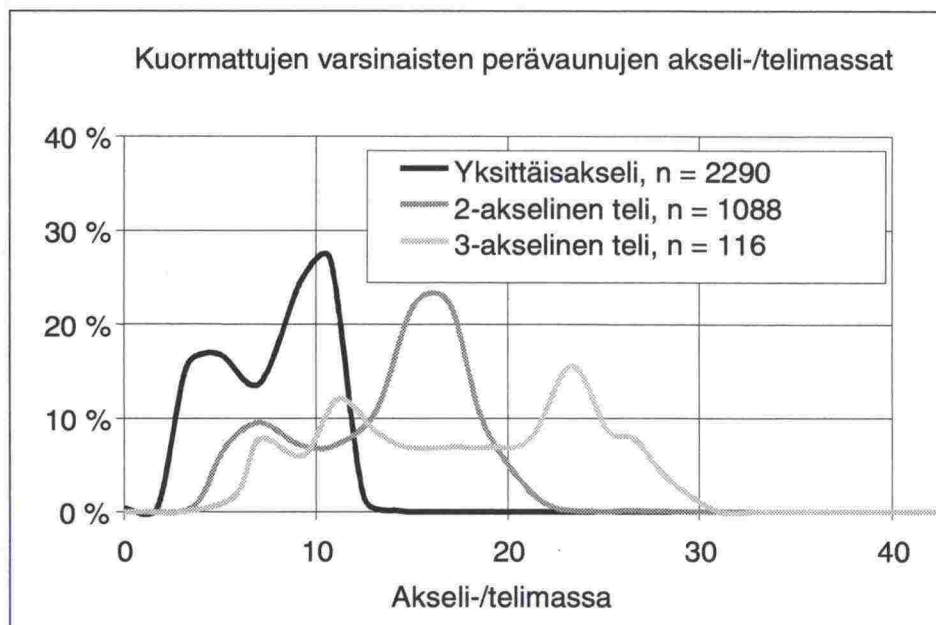
AKSELIMASSAT (t) PERÄVAUNUTYYPEITTÄIN: Kaikki mittaukset					EKVIVALENTIT AKSELIMASSAT (t)				
Varsinaisen perävaunun tyyppi		Akselien lkm/ akseliryhmä				Akselien lkm/ akseliryhmä			
		1	2	3	Kaikki yht.	1	2	3	Kaikki yht.
1	Keskiarvo	4.63			4.63	0.78			0.78
	Keskihajonta	2.23			2.23	0.98			0.98
	Lukumäärä	2			2	2			2
2	Keskiarvo		9.64		9.64		3.07		3.07
	Keskihajonta		4.14		4.14		5.64		5.64
	Lukumäärä		30		30		30		30
3	Keskiarvo		7.88	14.19	13.44		0.56	5.81	5.19
	Keskihajonta		1.17	6.10	6.09		0.19	7.44	7.18
	Lukumäärä		2	15	17		2	15	17
4	Keskiarvo	5.03			5.03	1.98			1.98
	Keskihajonta	2.41			2.41	3.68			3.68
	Lukumäärä	136			136	136			136
5	Keskiarvo	6.25	10.18		8.19	4.39	3.59		4.00
	Keskihajonta	3.07	5.29		4.73	6.44	5.20		5.87
	Lukumäärä	188	182		370	188	182		370
6	Keskiarvo	5.66			5.66	3.70			3.70
	Keskihajonta	2.97			2.97	5.95			5.95
	Lukumäärä	924			924	924			924
7	Keskiarvo	6.61	6.82	14.62	10.39	6.03	0.32	4.82	5.30
	Keskihajonta	3.37	1.73	7.46	6.91	9.20	0.26	7.27	8.25
	Lukumäärä	136	8	128	272	136	8	128	272
8	Keskiarvo	3.55	11.51		11.43	0.22	6.54		6.47
	Keskihajonta	1.07	6.35		6.37	0.21	8.24		8.23
	Lukumäärä	4	392		396	4	392		396
9	Keskiarvo	6.81	11.27		8.29	5.93	3.75		5.20
	Keskihajonta	3.41	4.99		4.53	6.90	4.09		6.19
	Lukumäärä	1828	914		2742	1828	914		2742
10	Keskiarvo	5.83			5.83	2.88			2.88
	Keskihajonta	2.81			2.81	4.23			4.23
	Lukumäärä	12			12	12			12
11	Keskiarvo								
	Keskihajonta								
	Lukumäärä								
12	Keskiarvo		11.79	17.89	14.69		5.31	10.81	7.92
	Keskihajonta		3.98	5.82	5.77		5.19	10.80	8.68
	Lukumäärä		21	19	40		21	19	40
Sarake yhteensä: Keskiarvo		6.35	11.15	14.96	8.14	5.02	4.42	5.62	4.85
Sarake yhteensä: Keskihajonta		3.27	5.39	7.22	4.92	6.72	5.72	7.95	6.47
Sarake yhteensä: Lukumäärä		3230	1549	162	4941	3230	1549	162	4941

Taulukko 13. Kuormattujen varsinaisten perävaunujen akseli-/telimassat sekä ekvivalentit akselimassat perävaunutyypeittäin ja akselien lukumäärittäin.

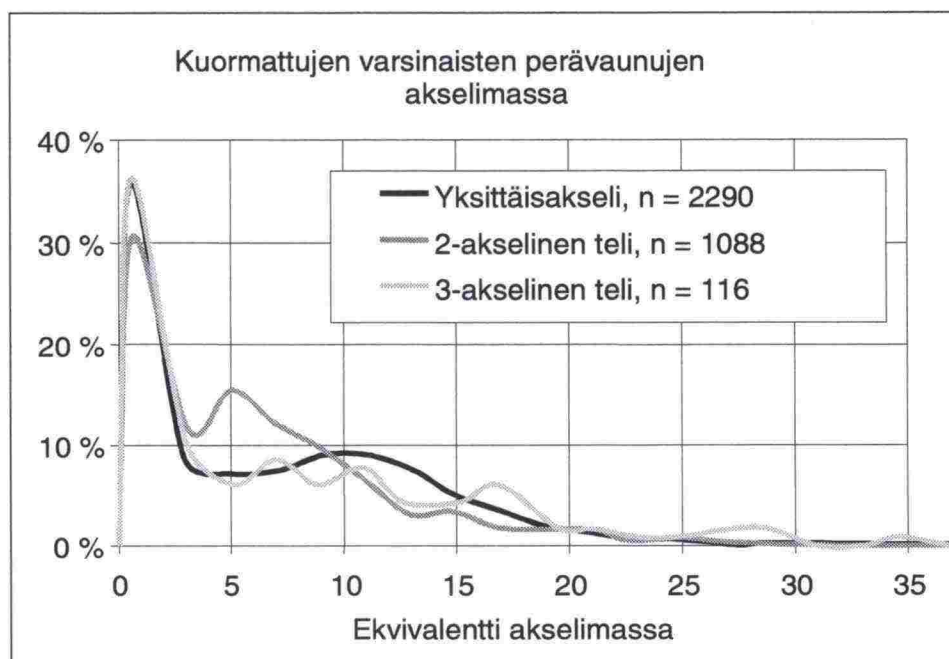
AKSELIMASSAT (t) PERÄVAUNUTYYPEITTÄIN: Kuormatut					EKVIVALENTIT AKSELIMASSAT (t)				
Varsinaisen perävaunun tyyppi		Akselien lkm/ akseliryhmä				Akselien lkm/ akseliryhmä			
		1	2	3	Kaikki yht.	1	2	3	Kaikki yht.
1	Keskiarvo	4.63			4.63	0.78			0.78
	Keskihajonta	2.23			2.23	0.98			0.98
	Lukumäärä	2			2	2			2
2	Keskiarvo		10.22		10.22		3.51		3.51
	Keskihajonta		4.13		4.13		5.95		5.95
	Lukumäärä		26		26		26		26
3	Keskiarvo		7.88	14.54	13.71		0.56	6.19	5.49
	Keskihajonta		1.17	6.17	6.19		0.19	7.57	7.30
	Lukumäärä		2	14	16		2	14	16
4	Keskiarvo	5.62			5.62	2.71			2.71
	Keskihajonta	2.60			2.60	4.21			4.21
	Lukumäärä	94			94	94			94
5	Keskiarvo	7.82	12.57		10.19	6.80	5.37		6.09
	Keskihajonta	2.81	4.99		4.69	7.05	5.65		6.42
	Lukumäärä	119	119		238	119	119		238
6	Keskiarvo	6.77			6.77	5.27			5.27
	Keskihajonta	2.90			2.90	6.56			6.56
	Lukumäärä	639			639	639			639
7	Keskiarvo	8.42	6.58	18.20	13.18	9.51	0.30	7.33	8.34
	Keskihajonta	3.01	0.88	6.88	7.19	10.17	0.23	7.98	9.18
	Lukumäärä	85	2	83	170	85	2	83	170
8	Keskiarvo	3.70	15.32		15.27	0.19	10.24		10.20
	Keskihajonta		4.80		4.84		8.33		8.34
	Lukumäärä	1	249		250	1	249		250
9	Keskiarvo	8.23	13.46		9.97	8.01	5.06		7.02
	Keskihajonta	2.79	3.92		4.05	6.96	4.02		6.29
	Lukumäärä	1338	669		2007	1338	669		2007
10	Keskiarvo	5.83			5.83	2.88			2.88
	Keskihajonta	2.81			2.81	4.23			4.23
	Lukumäärä	12			12	12			12
11	Keskiarvo								
	Keskihajonta								
	Lukumäärä								
12	Keskiarvo		11.79	17.89	14.69		5.31	10.81	7.92
	Keskihajonta		3.98	5.82	5.77		5.19	10.80	8.68
	Lukumäärä		21	19	40		21	19	40
Sarake yhteensä: Keskiarvo		7.69	13.65	17.71	9.88	6.98	6.23	7.76	6.77
Sarake yhteensä: Keskihajonta		2.93	4.40	6.69	4.77	7.07	5.96	8.49	6.81
Sarake yhteensä: Lukumäärä		2290	1088	116	3494	2290	1088	116	3494



Kuva 11. Varsinaisten perävaunujen akseli-/telimassojen jakaumat , kaikki punnitukset.



Kuva 12. Kuormattujen varsinaisten perävaunujen akseli-/telimassojen jakaumat .



Kuva 13. Kuormattujen varsinaisten perävaunujen ekvivalenttien akselimassojen jakaumat..

Alueelliset jakaumat

Tarkastellaan akselimassojen jakautumista alueittain eri autotyypeillä. Suomi on jaettu tässä yhteydessä kolmeen alueelliseen vyöhykkeeseen:

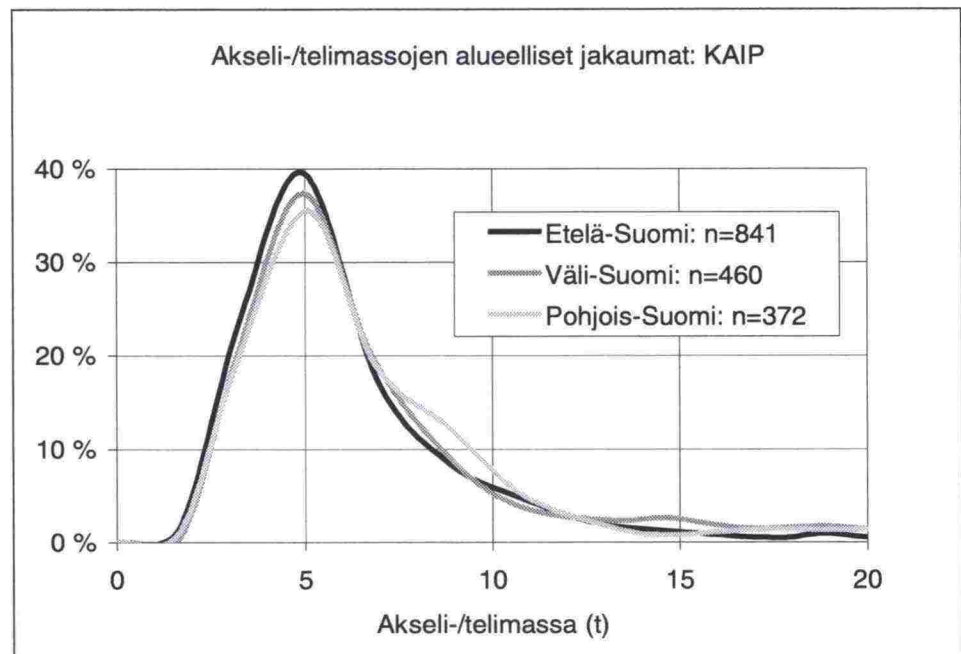
- Etelä-Suomi (yhteensä 1913 punnitusta)
- Väli-Suomi (yhteensä 854 punnitusta)
- Pohjois-Suomi (yhteensä 820 punnitusta)

Punnituspisteen tulokset sijoitettiin punnituspisteen läheisyydessä olevan LAM-mittauspisteen tiepiirin mukaan edellä lueteltuihin alueisiin. Taulukossa 14 on lueteltu tutkimuspisteiden LAM-mittauspisteet sekä niiden alueellinen jako.

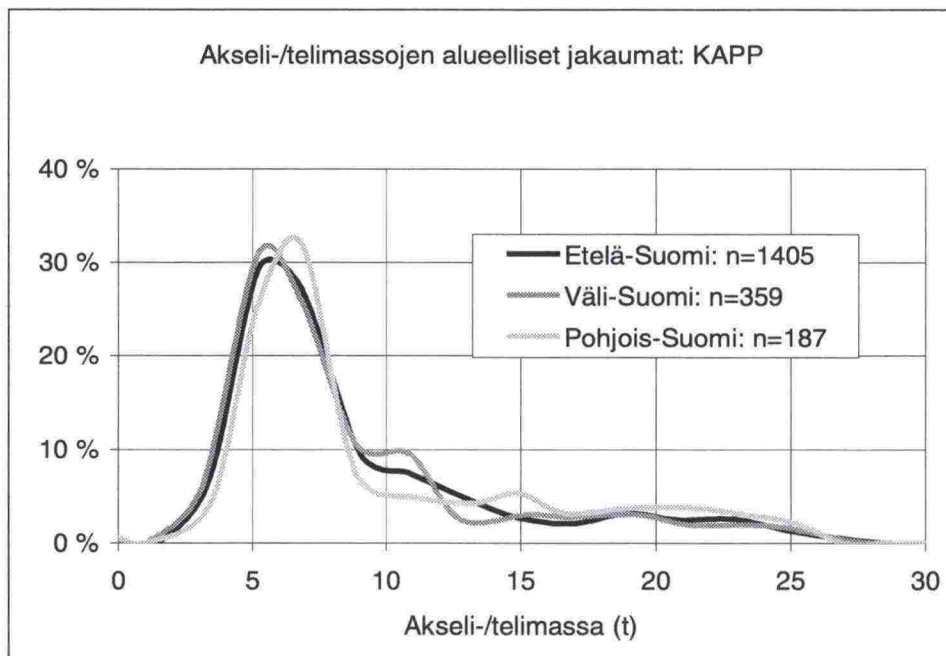
Taulukko 14. Punnittujen autojen lukumäärät alueittain. Lukumäärissä mukana vain ne punnitukset, joista on saatu punnitustulos.

Vko/jn	Tiepiiri	LAM-pisteen Nro	Nimi	Alue	Punnituksia
98381	O	1202	Ii	Pohjois-Suomi	44
98382	L	1404	Tornio	Pohjois-Suomi	81
98383	L	1401	Tervola	Pohjois-Suomi	32
98391	L	1424	Olkkajärvi	Pohjois-Suomi	27
98392	O	1203	Kuusamo	Pohjois-Suomi	33
98393	O	1224	Pintamo	Pohjois-Suomi	28
98401	O	1324	Törmäkylä	Pohjois-Suomi	51
98402	O	1301	Rytivaara	Pohjois-Suomi	58
98403	O	1322	Nuottijärvi	Pohjois-Suomi	48
98411	S-K	705	Lieksa	Väli-Suomi	23
98412	S-K	702	Kontiolahti	Väli-Suomi	53
98413	S-K	723	Liperi	Väli-Suomi	30
98421	KaS	603	Joroinen	Etelä-Suomi	63
98422	S-K	821	Suonenjoki	Väli-Suomi	60
98423	S-K	803	Sillinjärvi	Väli-Suomi	75
98431	K-S	902	Äänekoski	Väli-Suomi	62
98432	K-S	905	Keuruu 1	Väli-Suomi	43
98433	K-S	922	Muurame	Väli-Suomi	71
98441	H	404	Kangasala	Etelä-Suomi	97
98442	H	426	Hauho	Etelä-Suomi	78
98443	H	402	Jutikkala	Etelä-Suomi	110
98451	T	206	Pyhäranta	Etelä-Suomi	88
98452	T	224	Kullaa	Etelä-Suomi	85
98453	H	210	Vammala	Etelä-Suomi	85
98461	H	425	Tammela	Etelä-Suomi	101
98462	T	201	Muurila	Etelä-Suomi	132
98463	U	122	Rautamäki	Etelä-Suomi	84
98471	H	502	Iitti	Etelä-Suomi	112
98472	KaS	522	Luumäki	Etelä-Suomi	139
98473	KaS	583	Petäjäsuu	Etelä-Suomi	113
98481	U	108	Karhunkorpi	Etelä-Suomi	129
98482	U	141	Box	Etelä-Suomi	176
98483	H	424	Hollola	Etelä-Suomi	122
98491	KaS	602	Toivola	Etelä-Suomi	61
98492	H	921	Kuhmoinen	Etelä-Suomi	66
98493	H	623	Hartola	Etelä-Suomi	72
99121	V	1004	Isokyrö	Väli-Suomi	43
99122	V	1022	Närpiö	Väli-Suomi	48
99123	V	1021	Koskue	Väli-Suomi	85
99151	V	1122	Veteli	Väli-Suomi	45
99152	O	1103	Sievi	Pohjois-Suomi	42
99153	O	1123	Oulainen	Pohjois-Suomi	45
99161	O	1101	Pyhäjärvi	Pohjois-Suomi	48
99162	O	1222	Tupos	Pohjois-Suomi	128
99163	O	1223	Kiiminki	Pohjois-Suomi	75
99171	V	1007	Lapua	Väli-Suomi	98
99172	V	1023	Kokkola	Väli-Suomi	118
99211	O	1221	Rantsila	Pohjois-Suomi	80
					3587
				ALUE	Yht.
				Etelä-Suomi	1913
				Väli-Suomi	854
				Pohjois-Suomi	820

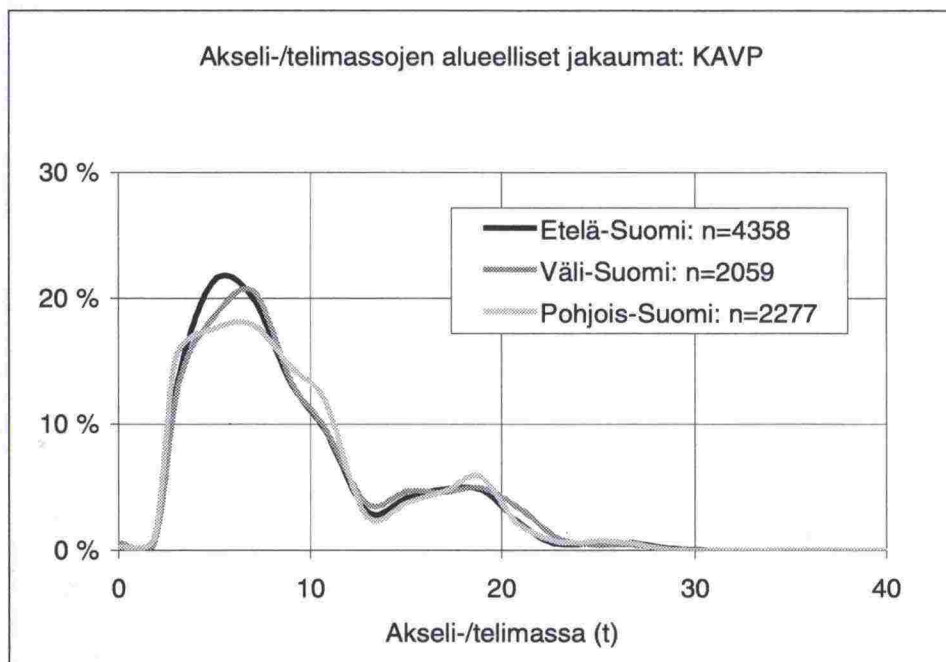
Seuraavissa kuvissa on esitetty akseli-/telimassojen sekä ekvivalenttien akselimassojen jakaumat alueittain. Lukumäärät kuvissa ovat akseleiden ja telien lukumääriä. Kuvissa on esitetty kaikki punnitukset eli myös tyhjät kuljetukset ovat mukana.



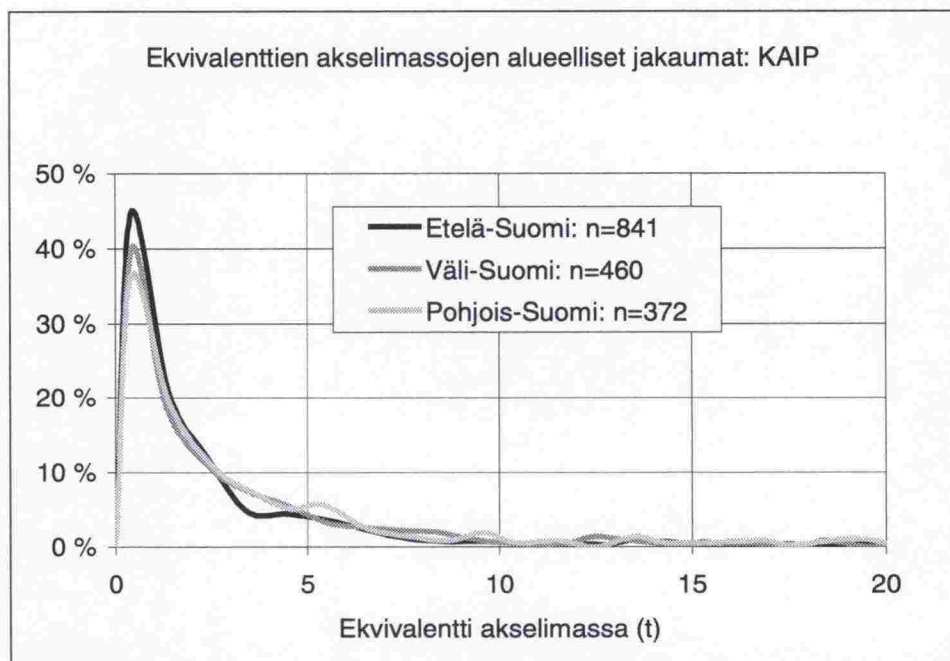
Kuva 14. Autotyypin KAIP akseli-/telimassojen jakaumat alueittain.



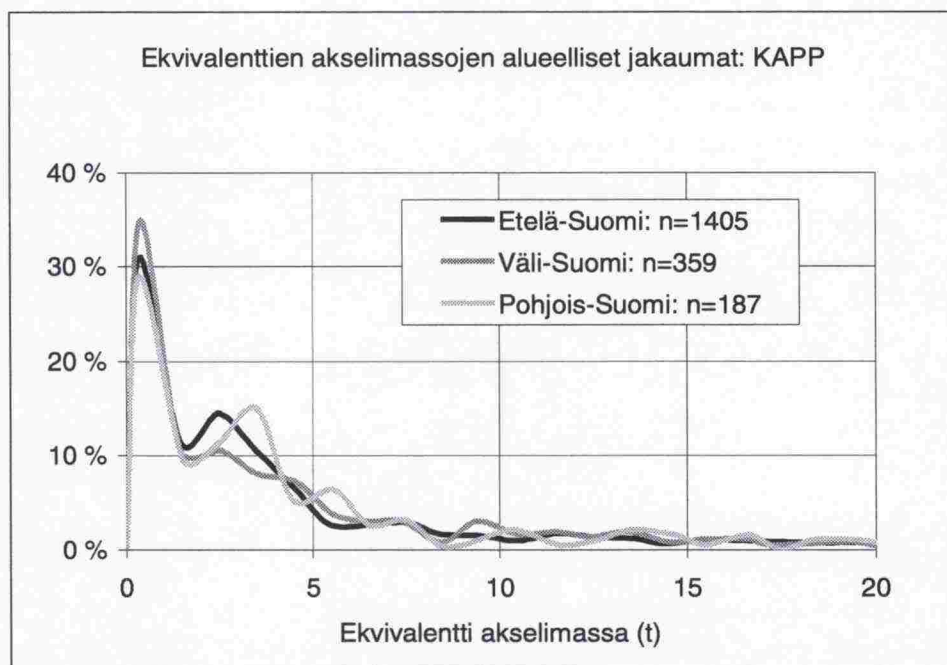
Kuva 15. Autotyypin KAPP akseli-/telimassojen jakaumat alueittain.



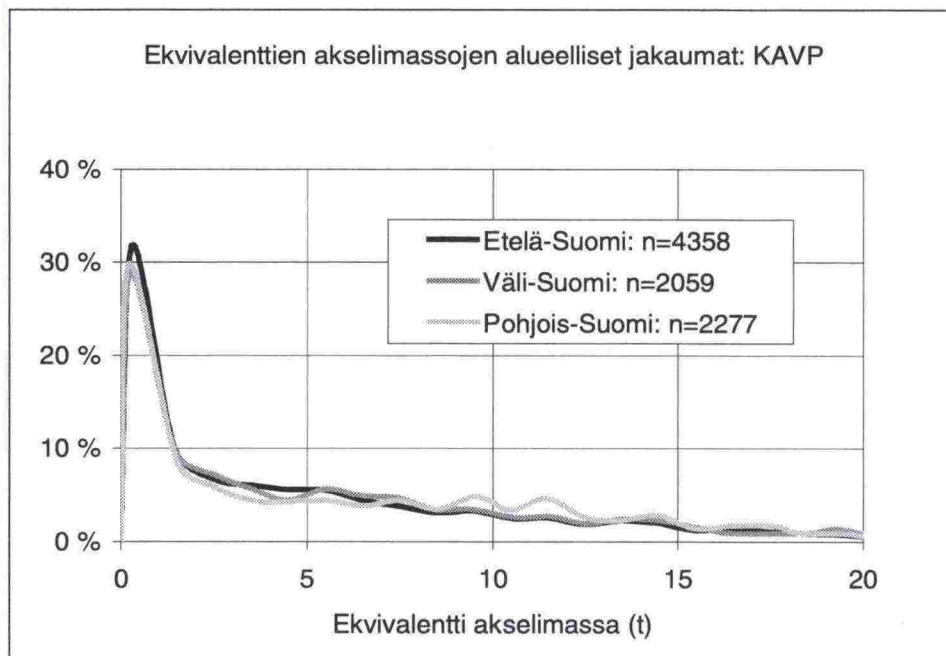
Kuva 16. Autotyypin KAVP akseli-/telimassojen jakaumat alueittain.



Kuva 17. Autotyypin KAIP ekvivalenttien akselimassojen jakaumat alueittain.



Kuva 18. Autotyypin KAPP ekvivalenttien akselimassojen jakaumat alueittain.



Kuva 19. Autotyypin KAVP ekvivalenttien akselimassojen jakaumat alueittain.

Jakaumat tavaralajeittain

Tutkimuksessa selvitettiin kuljetettavien tavaroiden tavaralaji haastattelun yhteydessä kysymällä tietoa kuljettajalta. Kuljetettava tavaralaji perustuu siten kuljettajan antamaan vastaukseen eikä tiedon oikeellisuutta ole haastatteluhetkellä pyritty varmentamaan millään tavalla. Jos kuljettaja on ilmoittanut, että kuljetus on nk. tyhjä kuljetus, on kysytty viimeksi kuljetettua tavaralajia. Haastatteluvaiheessa käytettiin 42 eri tunnusta kuljetetulle tavaralle. Nämä on ryhmitelty uudelleen ja tavaralajitarkastelut tehdään taulukossa 15 esitettyinä tavaralajeina tai niiden pääluokkina. Taulukkoon on myös tulostettu haastattelussa kysytyn tavaralajitunnuksen ja raportoidun tavaralajin vastaavuus.

Taulukko 15. Haastattelussa kysytyjen tavaralajikoodien ja tässä raportissa käytettyjen tavaralajitunnusten ja nimien vastaavuustaulukko.

APT-tavaralaji	Punnittu tavaralaji	Tavaralajin nimi
1	Pääryhmä 1	Raaka-ainekuljetukset
1.1	6, 7, 8, 9	Puutavara
1.2		Polttoaineet
1.2.1	17	Kiinteät polttoaineet
1.2.2	18	Nestemäiset polttoaineet
1.3	20, 21, 22	Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)
1.4	26, 27, 28, 29	Lannoitteet, kemikaalit
2	Pääryhmä 2	Maa-ainekset
2.1	23	Sora
2.2	24, 25	Rakennusmateriaalit
2.3	19	Päällystysmassat
3	Pääryhmä 3	Kappaletavara
3.1	10, 11, 32, 33, 34	Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. (ym.))
3.2	1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14, 15, 16	Elintarvikkeet
3.3	30, 31	Metallituotteet
4	Pääryhmä 4 35, 36, 37	Jätteet
5	Pääryhmä 5	Muut
5.1	41	Tyhjät
5.2	ei merkitty, 38, 39, 40, 42	Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)

Seuraaviin taulukoihin 16...17 on laskettu tavaralajeittain akseli-/telimassojen sekä ekvivalenttien keskiarvot, keskihajonnat sekä lukumäärät. Mukana ei ole linja-autoja.

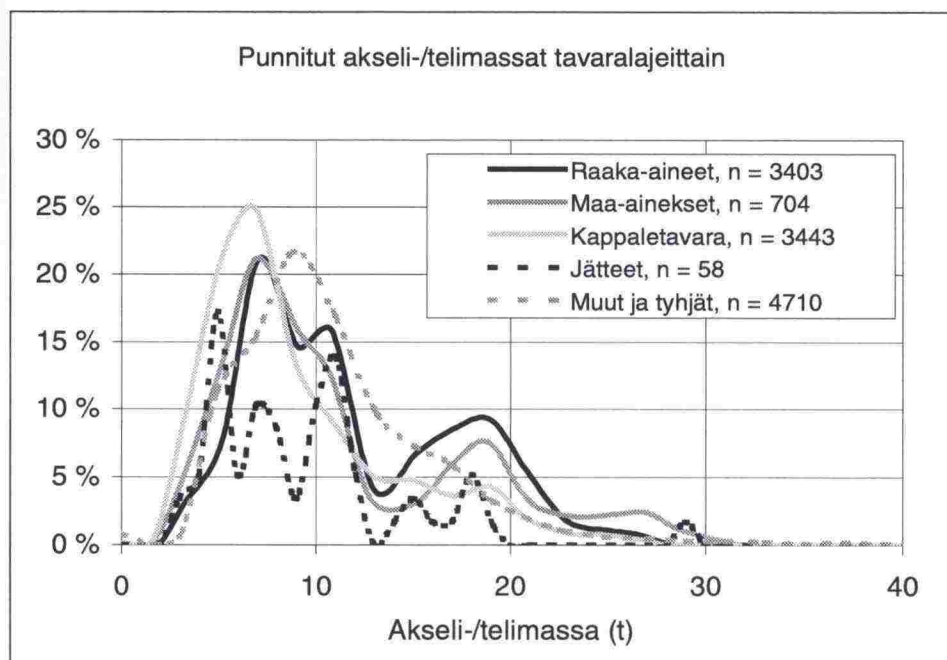
Taulukko 16. Akseli-/telimassojen keskiarvot, keskihajonnat sekä lukumäärät autotyypeittäin ja tavaralajeittain.

AKSELIMASSAT (t) TAVARALAJEITTAIN					
Tavaralaji		Autotyyppi			Kaikki
		KAIP	KAPP	KAVP	
1.1 Puutavara	Keskiarvo	6.70	12.25	12.22	12.06
	Keskihajonta	3.72	6.23	5.15	5.31
	Lukumäärä	60	198	1735	1993
1.2.1 Kiinteät polttoaineet	Keskiarvo			12.72	12.72
	Keskihajonta			5.11	5.11
	Lukumäärä			161	161
1.2.2 Nestemäiset polttoaineet	Keskiarvo	8.77	11.60	12.37	11.91
	Keskihajonta	4.03	5.98	6.24	6.11
	Lukumäärä	36	16	259	311
1.3 Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	Keskiarvo	5.80	11.36	10.70	10.41
	Keskihajonta	2.36	5.81	5.35	5.51
	Lukumäärä	54	169	319	542
1.4 Lannoitteet, kemikaalit	Keskiarvo	10.57	12.58	12.18	12.15
	Keskihajonta	5.81	6.57	5.49	5.72
	Lukumäärä	25	71	300	396
1 yhteensä Raaka-ainekuljetukset	Keskiarvo	7.40	11.95	12.08	11.83
	Keskihajonta	4.14	6.12	5.34	5.49
	Lukumäärä	175	454	2774	3403
2.1 Sora	Keskiarvo	12.84		12.97	12.95
	Keskihajonta	7.89		6.79	6.87
	Lukumäärä	20		209	229
2.2 Rakennusmateriaalit	Keskiarvo	8.48	10.75	10.38	10.21
	Keskihajonta	6.19	6.19	5.81	5.97
	Lukumäärä	58	93	287	438
2.3 Päällystysmassat	Keskiarvo	13.84		13.78	13.79
	Keskihajonta	8.40		5.56	5.97
	Lukumäärä	6		31	37
2 yhteensä Maa-ainekset	Keskiarvo	9.90	10.75	11.61	11.29
	Keskihajonta	7.03	6.19	6.34	6.42
	Lukumäärä	84	93	527	704
3.1 Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym.)	Keskiarvo	5.65	9.86	8.76	8.54
	Keskihajonta	3.42	5.43	4.92	5.03
	Lukumäärä	172	263	664	1099
3.2 Elintarvikkeet	Keskiarvo	7.46	10.91	10.11	9.73
	Keskihajonta	4.16	5.78	5.02	5.07
	Lukumäärä	293	155	1284	1732
3.3 Metallituotteet	Keskiarvo	6.19	9.22	7.72	7.92
	Keskihajonta	3.66	4.96	4.15	4.53
	Lukumäärä	151	237	224	612
3 yhteensä Kappaletavara	Keskiarvo	6.64	9.88	9.45	9.03
	Keskihajonta	3.92	5.38	4.98	5.02
	Lukumäärä	616	655	2172	3443
4 yhteensä Jätteet	Keskiarvo	8.25		10.02	9.04
	Keskihajonta	3.92		5.76	4.87
	Lukumäärä	32		26	58
5.1 Tyhjät	Keskiarvo	5.38	5.51	5.08	5.18
	Keskihajonta	2.10	1.71	2.31	2.21
	Lukumäärä	537	517	2569	3623
5.2 Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	Keskiarvo	5.81	7.19	7.37	7.00
	Keskihajonta	2.93	3.81	4.04	3.83
	Lukumäärä	229	232	626	1087
5 yhteensä Tyhjät ja muut	Keskiarvo	5.51	6.03	5.53	5.60
	Keskihajonta	2.38	2.66	2.88	2.78
	Lukumäärä	766	749	3195	4710
Sarake yhteensä: Keskiarvo		6.40	8.92	8.98	8.62
Sarake yhteensä: Keskihajonta		3.73	5.36	5.37	5.25
Sarake yhteensä: Lukumäärä		1673	1951	8694	12318

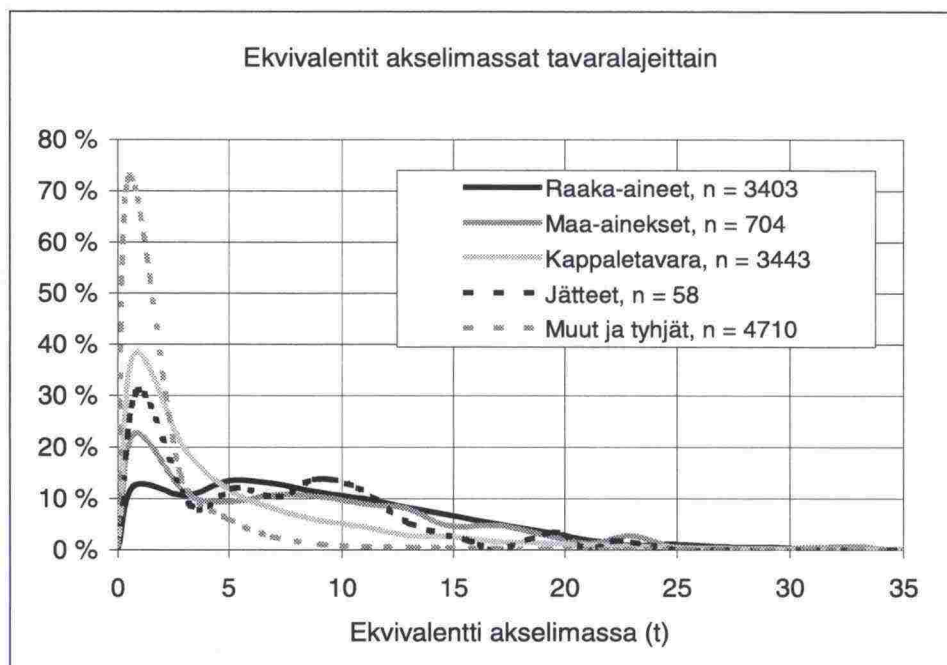
Taulukko 17. Ekvivalentit akselimassojen keskiarvot, keskihajonnat sekä lukumäärät autotyypeittäin ja tavaralajeittain.

EKVIVALENTIT AKSELIMASSAT (t) TAVARALAJEITTAIN					
Tavaralaji		Autotyyppi			
		KAIP	KAPP	KAVP	Kaikki
1.1 Puutavara	Keskiarvo	3.41	9.41	9.71	9.49
	Keskihajonta	5.40	7.56	6.20	6.42
	Lukumäärä	60	198	1735	1993
1.2.1 Kiinteät polttoaineet	Keskiarvo			10.95	10.95
	Keskihajonta			5.47	5.47
	Lukumäärä			161	161
1.2.2 Nestemäiset polttoaineet	Keskiarvo	3.90	9.99	9.96	9.26
	Keskihajonta	3.79	8.56	6.85	6.93
	Lukumäärä	36	16	259	311
1.3 Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	Keskiarvo	2.40	7.70	7.09	6.81
	Keskihajonta	3.36	7.82	5.93	6.56
	Lukumäärä	54	169	319	542
1.4 Lannoitteet, kemikaalit	Keskiarvo	6.94	9.45	10.49	10.08
	Keskihajonta	5.59	8.09	7.18	7.30
	Lukumäärä	25	71	300	396
1 yhteensä Raaka-ainekuljetukset	Keskiarvo	3.70	8.80	9.59	9.18
	Keskihajonta	4.75	7.80	6.38	6.64
	Lukumäärä	175	454	2774	3403
2.1 Sora	Keskiarvo	10.73		11.35	11.30
	Keskihajonta	10.03		6.23	6.62
	Lukumäärä	20		209	229
2.2 Rakennusmateriaalit	Keskiarvo	5.13	7.99	6.79	6.83
	Keskihajonta	6.64	10.36	6.74	7.67
	Lukumäärä	58	93	287	438
2.3 Päälystysmassat	Keskiarvo	8.44		11.68	11.16
	Keskihajonta	5.98		4.53	4.85
	Lukumäärä	6		31	37
2 yhteensä Maa-ainekset	Keskiarvo	6.70	7.99	8.89	8.51
	Keskihajonta	7.83	10.36	6.82	7.52
	Lukumäärä	84	93	527	704
3.1 Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym.)	Keskiarvo	1.87	5.79	4.84	4.60
	Keskihajonta	3.01	9.23	5.80	6.60
	Lukumäärä	172	263	664	1099
3.2 Elintarvikkeet	Keskiarvo	4.45	7.17	6.42	6.15
	Keskihajonta	6.02	7.03	6.36	6.41
	Lukumäärä	293	155	1284	1732
3.3 Metallituotteet	Keskiarvo	2.81	3.94	3.52	3.51
	Keskihajonta	4.39	5.27	4.31	4.73
	Lukumäärä	151	237	224	612
3 yhteensä Kappaletavara	Keskiarvo	3.33	5.45	5.64	5.19
	Keskihajonta	5.07	7.57	6.09	6.30
	Lukumäärä	616	655	2172	3443
4 yhteensä Jätteet	Keskiarvo	5.78		7.32	6.47
	Keskihajonta	5.48		5.11	5.32
	Lukumäärä	32		26	58
5.1 Tyhjät	Keskiarvo	1.84	1.10	1.39	1.41
	Keskihajonta	2.52	1.35	2.43	2.33
	Lukumäärä	537	517	2569	3623
5.2 Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	Keskiarvo	2.09	2.61	2.83	2.63
	Keskihajonta	3.13	3.87	4.04	3.83
	Lukumäärä	229	232	626	1087
5 yhteensä Tyhjät ja muut	Keskiarvo	1.91	1.57	1.67	1.69
	Keskihajonta	2.71	2.53	2.87	2.80
	Lukumäärä	766	749	3195	4710
Sarake yhteensä: Keskiarvo		2.94	4.86	5.64	5.15
Sarake yhteensä: Keskihajonta		4.50	7.02	6.29	6.27
Sarake yhteensä: Lukumäärä		1673	1951	8694	12318

Tavaralajien pääluokittain lasketut akseli-/telimassojen sekä ekvivalenttien jakaumat on esitetty kuvissa 20 ja 21.



Kuva 20. Akseli-/telimassojen jakaumat tavaralajien pääryhmittäin.



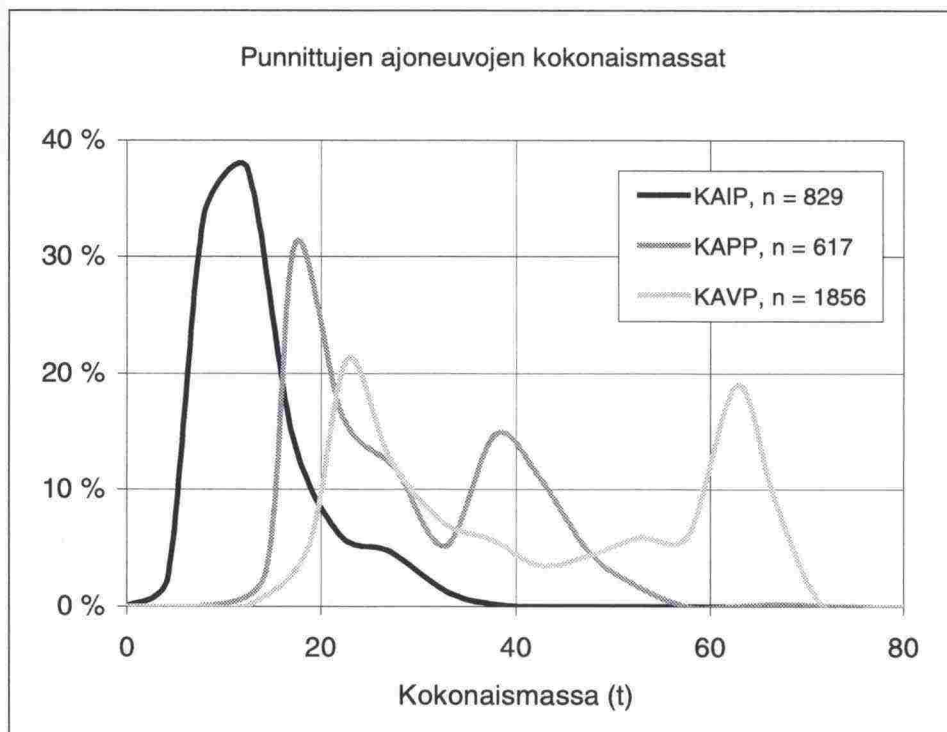
Kuva 21. Ekvivalenttien akselimassojen jakaumat tavaralajien pääryhmittäin.

19. KUORMA-AUTOJEN KOKONAISMASSAT JA LASTIN MASSAT

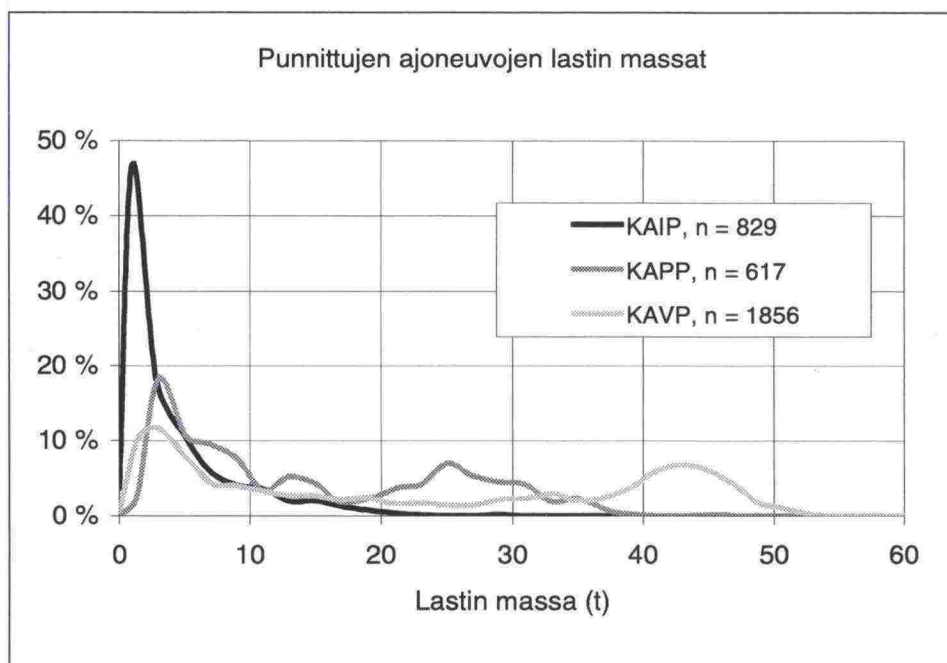
Punnittujen ajoneuvojen kokonaismassat

Kuorma-autoja punnittiin yhteensä 3315 kappaletta. Näistä 3302 ajoneuvoa ovat sellaisia, joista ajoneuvon suurimmat sallitut kokonaismassat, omamassat ja akselistorakenteet ovat tunnettuja. Vain tunnetut ajoneuvot on otettu mukaan kokonaismassa- ja lastinmassatarkasteluihin.

Kuvassa 1 on esitetty punnittujen ajoneuvojen kokonaismassojen jakaumat autotyypeittäin ja kuvassa 2 on esitetty punnittujen ajoneuvojen lastien massojen jakaumat autotyypeittäin. Taulukoissa 1...2 on kokonaismassoista ja lastien massoista esitetty keskiarvot, keskihajonnat ja lukumäärät tavaralajeittain ja autotyypeittäin. Kuvissa 3...5 on esitetty lastien massojen jakaumat tavaralajeittain eri autotyypeillä.



Kuva 1. Punnittujen ajoneuvojen kokonaismassojen jakaumat autotyypeltään.



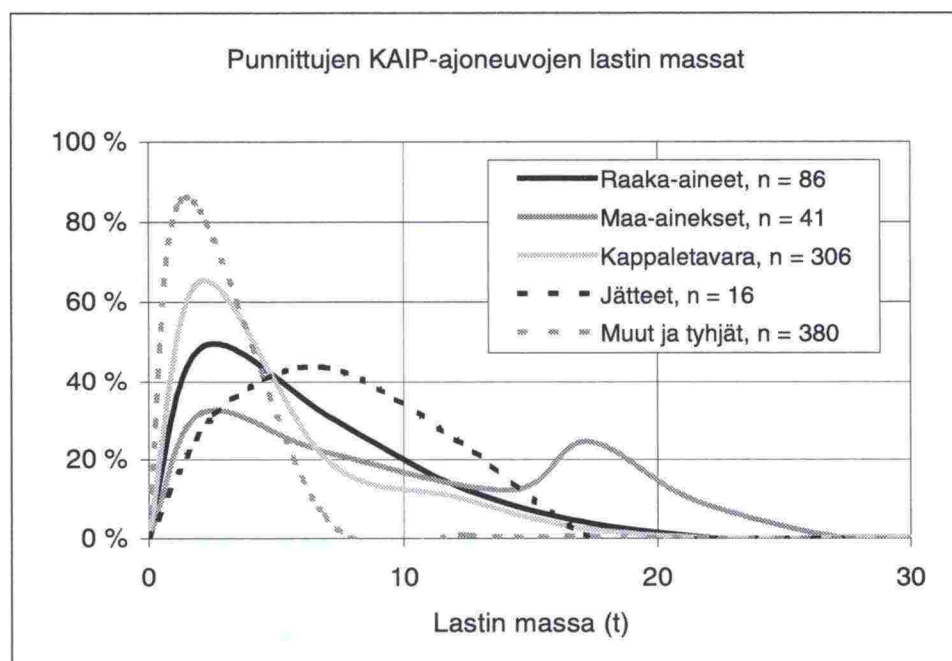
Kuva 2. Punnittujen ajoneuvojen lastin massojen jakaumat autotyypeittäin.

Taulukko 1. Punnittujen kuorma-autojen kokonaismassat autotyypeittäin ja tavaralajeittain.

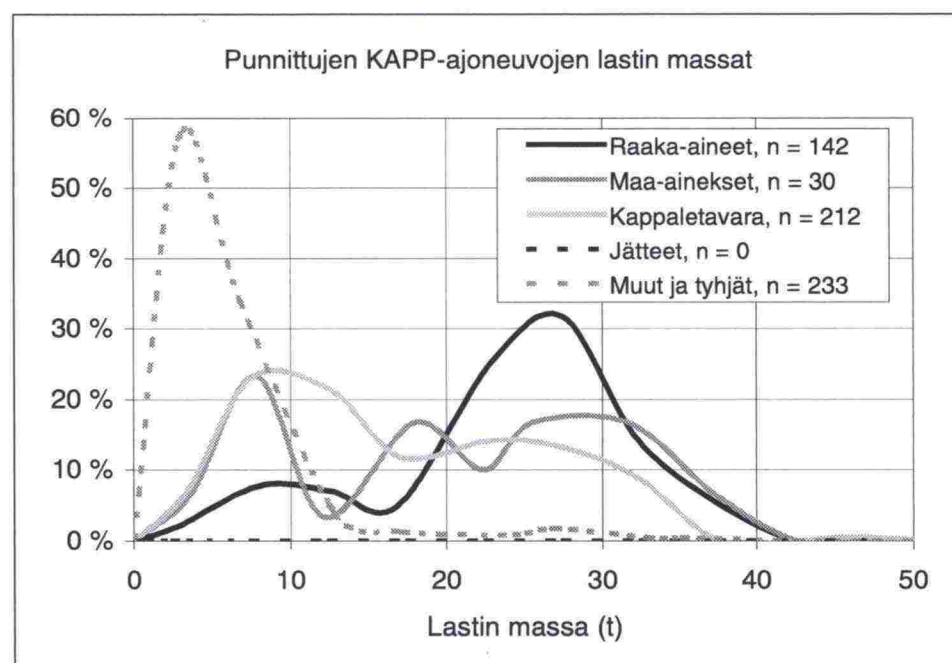
KOKONAISMASSA (t) TAVARALAJEITTAIN					
Tavaralaji		Autotyyppi			Kaikki Yht.
		1	2	3	
1.1 Puutavara	Keskiarvo	13.39	37.90	58.73	52.79
	Keskihajonta	5.70	7.43	10.61	16.16
	Lukumäärä	30	64	360	454
1.2.1 Kiinteät polttoaineet	Keskiarvo			62.04	62.04
	Keskihajonta			8.48	8.48
	Lukumäärä			32	32
1.2.2 Nestemäiset polttoaineet	Keskiarvo	18.57	37.11	53.40	45.18
	Keskihajonta	4.78	8.43	14.64	19.15
	Lukumäärä	17	5	60	82
1.3 Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	Keskiarvo	11.60	37.55	50.18	38.64
	Keskihajonta	4.09	9.26	14.63	18.23
	Lukumäärä	27	50	68	145
1.4 Lannoitteet, kemikaalit	Keskiarvo	22.02	38.83	57.11	48.61
	Keskihajonta	7.26	9.59	9.94	15.70
	Lukumäärä	12	23	64	99
1 yhteensä Raaka-ainekuljetukset	Keskiarvo	15.06	37.90	57.19	49.35
	Keskihajonta	6.43	8.43	11.83	17.59
	Lukumäärä	86	142	584	812
2.1 Sora	Keskiarvo	25.68		58.91	52.97
	Keskihajonta	7.80		11.00	16.55
	Lukumäärä	10		46	56
2.2 Rakennusmateriaalit	Keskiarvo	17.57	33.32	48.07	37.26
	Keskihajonta	9.25	10.46	15.90	18.21
	Lukumäärä	28	30	62	120
2.3 Päällystysmassat	Keskiarvo	27.68		61.04	51.03
	Keskihajonta	7.48		3.70	16.77
	Lukumäärä	3		7	10
2 yhteensä Maa-ainekset	Keskiarvo	20.29	33.32	53.19	42.73
	Keskihajonta	9.53	10.46	14.67	19.06
	Lukumäärä	41	30	115	186
3.1 Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym.)	Keskiarvo	11.43	30.52	40.41	29.89
	Keskihajonta	5.69	9.48	15.42	16.88
	Lukumäärä	85	85	144	314
3.2 Elintarvikkeet	Keskiarvo	14.96	33.82	47.70	35.98
	Keskihajonta	6.24	8.93	11.95	17.95
	Lukumäärä	146	50	271	467
3.3 Metallituotteet	Keskiarvo	12.46	28.37	35.24	23.99
	Keskihajonta	5.83	9.34	12.21	12.99
	Lukumäärä	75	77	47	199
3 yhteensä Kappaletavara	Keskiarvo	13.37	30.51	44.16	31.59
	Keskihajonta	6.17	9.49	13.86	17.33
	Lukumäärä	306	212	462	980
4 yhteensä Jätteet	Keskiarvo	16.50		43.42	23.84
	Keskihajonta	4.67		17.20	15.38
	Lukumäärä	16		6	22
5.1 Tyhjät	Keskiarvo	10.87	17.58	23.50	19.10
	Keskihajonta	3.15	3.02	3.80	6.48
	Lukumäärä	266	161	554	981
5.2 Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	Keskiarvo	11.68	23.18	34.18	23.72
	Keskihajonta	4.67	7.62	11.61	13.22
	Lukumäärä	114	72	135	321
5 yhteensä Tyhjät ja muut	Keskiarvo	11.11	19.31	25.59	20.24
	Keskihajonta	3.69	5.55	7.47	8.87
	Lukumäärä	380	233	689	1302
Sarake yhteensä: Keskiarvo		12.91	28.12	41.92	32.06
Sarake yhteensä: Keskihajonta		5.85	10.89	17.55	18.80
Sarake yhteensä: Lukumäärä		829	617	1856	3302

Taulukko 2. Punnittujen kuorma-autojen lastien massat autotyypeittäin ja tavaralajeittain.

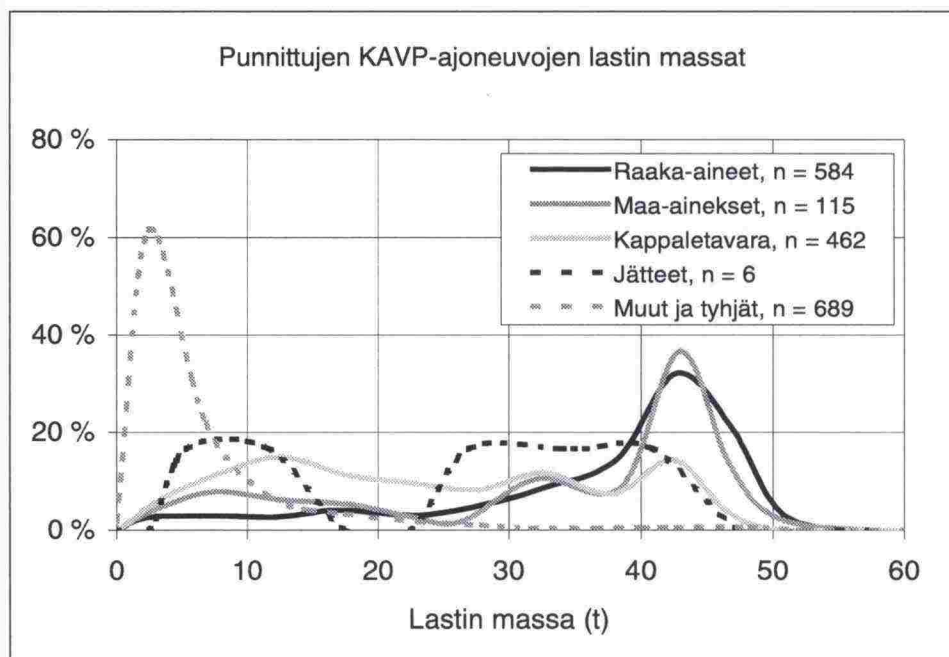
LASTIN MASSA (t) TAVARALAJEITTAIN					
Tavaralaji		Autotyyppi			Kaikki Yht.
		1	2	3	
1.1 Puutavara	Keskiarvo	4.52	24.06	38.72	34.39
	Keskihajonta	4.37	7.03	10.82	13.78
	Lukumäärä	30	64	360	454
1.2.1 Kiinteät polttoaineet	Keskiarvo			39.91	39.91
	Keskihajonta			8.33	8.33
	Lukumäärä			32	32
1.2.2 Nestemäiset polttoaineet	Keskiarvo	7.48	23.31	32.94	27.07
	Keskihajonta	4.06	7.41	14.73	16.46
	Lukumäärä	17	5	60	82
1.3 Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	Keskiarvo	3.50	23.57	30.35	23.01
	Keskihajonta	2.64	9.14	14.11	14.81
	Lukumäärä	27	50	68	145
1.4 Lannoitteet, kemikaalit	Keskiarvo	10.70	24.84	36.80	30.86
	Keskihajonta	4.50	9.59	9.60	12.78
	Lukumäärä	12	23	64	99
1 yhteensä Raaka-ainekuljetukset	Keskiarvo	5.65	23.98	37.01	31.41
	Keskihajonta	4.54	8.20	11.82	14.73
	Lukumäärä	86	142	584	812
2.1 Sora	Keskiarvo	14.20		38.40	34.08
	Keskihajonta	7.01		11.02	13.96
	Lukumäärä	10		46	56
2.2 Rakennusmateriaalit	Keskiarvo	8.28	19.71	29.26	21.98
	Keskihajonta	6.67	10.37	15.75	15.38
	Lukumäärä	28	30	62	120
2.3 Päälystysmassat	Keskiarvo	14.65		41.81	33.66
	Keskihajonta	7.58		4.15	14.01
	Lukumäärä	3		7	10
2 yhteensä Maa-ainekset	Keskiarvo	10.19	19.71	33.68	26.25
	Keskihajonta	7.21	10.37	14.32	15.91
	Lukumäärä	41	30	115	186
3.1 Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym)	Keskiarvo	3.48	17.12	20.97	15.19
	Keskihajonta	4.36	9.55	14.62	13.45
	Lukumäärä	85	85	144	314
3.2 Elintarvikkeet	Keskiarvo	5.38	19.86	27.21	19.60
	Keskihajonta	4.40	8.79	11.98	13.94
	Lukumäärä	146	50	271	467
3.3 Metallituotteet	Keskiarvo	4.23	14.04	16.29	10.87
	Keskihajonta	4.25	8.26	11.52	9.56
	Lukumäärä	75	77	47	199
3 yhteensä Kappaletavara	Keskiarvo	4.57	16.65	24.15	16.41
	Keskihajonta	4.41	9.16	13.36	13.43
	Lukumäärä	306	212	462	980
4 yhteensä Jätteet	Keskiarvo	6.81		25.73	11.97
	Keskihajonta	3.91		14.24	11.56
	Lukumäärä	16		6	22
5.1 Tyhjät	Keskiarvo	1.43	3.90	3.75	3.14
	Keskihajonta	1.63	2.28	3.33	2.99
	Lukumäärä	266	161	554	981
5.2 Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	Keskiarvo	2.97	9.81	14.60	9.39
	Keskihajonta	3.11	7.31	11.11	9.65
	Lukumäärä	114	72	135	321
5 yhteensä Tyhjät ja muut	Keskiarvo	1.89	5.73	5.87	4.69
	Keskihajonta	2.29	5.24	7.18	6.07
	Lukumäärä	380	233	689	1302
Sarake yhteensä: Keskiarvo		3.77	14.36	22.01	16.00
Sarake yhteensä: Keskihajonta		4.35	10.59	17.25	15.85
Sarake yhteensä: Lukumäärä		829	617	1856	3302



Kuva 3. Punnittujen KAIP-ajoneuvojen lastin massojen jakaumat tavaralajeittain.



Kuva 4. Punnittujen KAPP-ajoneuvojen lastin massojen jakaumat tavaralajeittain.



Kuva 5. Punnittujen KAVP-ajoneuvojen lastin massojen jakaumat tavaralajeittain.

Kuljetusten tehokkuus

Punnitusten tulosten perusteella on pyritty arvioimaan karkeasti tutkittujen kuljetusten kuljetustehokkuutta. Kuljetustehokkuus on tässä määritelty seuraavasti

$$m_{\max} = (m_{KP} - m_{OP})$$

$$m_i = (m_{PU} - m_{OP}) \quad (T1)$$

$$KT = (m_i / m_{\max}) * 100$$

$$LK = (m_{KP} - m_{PU})$$

missä	m_{\max} on	kunkin tutkitun ajoneuvon kuorman suurin sallittu massa
	m_{KP}	kunkin tutkitun ajoneuvoyhdistelmän arvioitu suurin sallittu kokonaismassa
	m_{OP}	kunkin tutkitun ajoneuvoyhdistelmän omamassa (rekisteröity tai arvioitu)
	m_i	ajoneuvoyhdistelmän punnittu lastin massa
	m_{PU}	ajoneuvoyhdistelmän punnittu kokonaismassa
	KT	kuljetustehokkuus (%)
	LK	käyttämätön kapasiteetti

Kaavassa (T1) tarvitaan omamassatiedon lisäksi tietoa yhdistelmän suurimmasta sallitusta kokonaismassasta. Koska tätä tietoa ei kaikista tutkituista ajoneuvoyhdistelmistä ole voitu määrittää, on tieto laskettu käyttäen tietoja yhdistelmän akseleista seuraavasti:

$$m_{KP} = \sum_{i=1}^n a_i \quad (T2)$$

missä a_i on ajoneuvon kunkin akselin/telin sallittu kantavuus

Kaavan (T2) akselien ja telien sallittu kantavuus on arvioitu karkeasti taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3. Yksittäisakselien ja telien arvioinnissa käytetyt suurimmat sallitut massat.

Akselien lukumäärä akseliryhmässä	a_i (t)	HUOM
1	8	Yksittäisrengas
1	10	Paripyörä
2	18	
3	24	

Edellä kuvattu menetelmä ei ole täysin oikea, koska ajoneuvoyhdistelmän suurin sallittu kokonaismassa määritellään monen tekijän yhteisvaikutuksesta. Tutkimuksen yhteydessä ajoneuvoista ei ole kirjattu kaikkia näitä sallitun kokonaismassan määrittämiseen vaikuttavia suureita. Lisäksi ajoneuvon kuormaaminen siten, että sen kaikki akselit/akseliryhmät tulevat kuormitetuiksi suurimmalla sallitulla kuormalla, ei käytännössä ole todennäköistä. Edellä esitetyistä epävarmuustekijöistä huolimatta on päädytty käyttämään tätä laskentamenetelmää, koska on haluttu saada karkea kuva tiestöllä kuljetettavien tavaroiden kuljetustehokkuuksista.

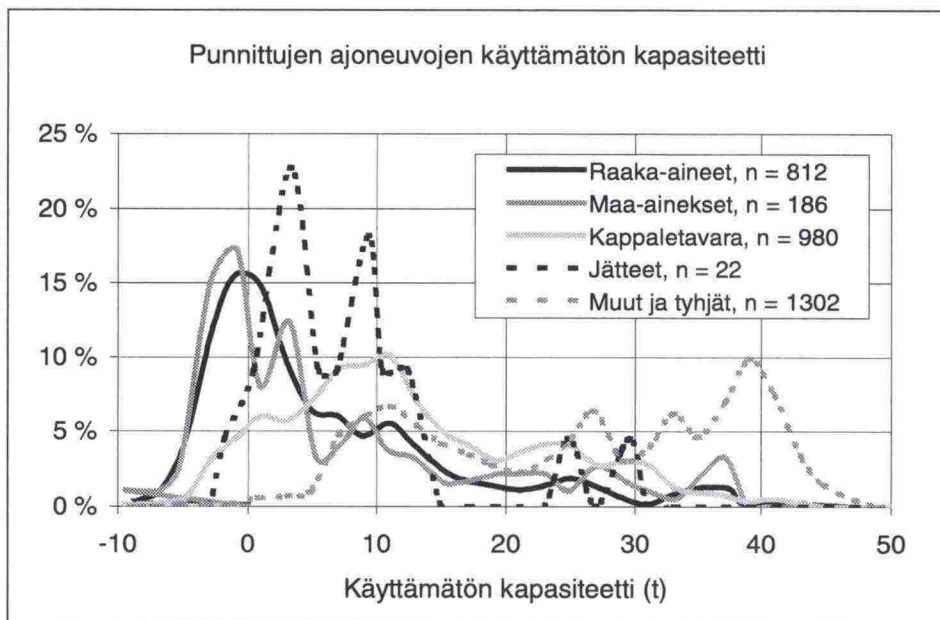
Kaavan (T1) mukaan lasketut käyttämättömät kapasiteetit sekä kuljetustehokkuudet tavaralajeittain on esitetty taulukoissa 4...5. Lasketuista arvoista on piirretty myös jakaumat päätavaralajiryhmittäin kuviin 6...7.

Taulukko 4. Punnittujen ajoneuvojen käyttämättömät kapasiteetit tavaralajeittain.

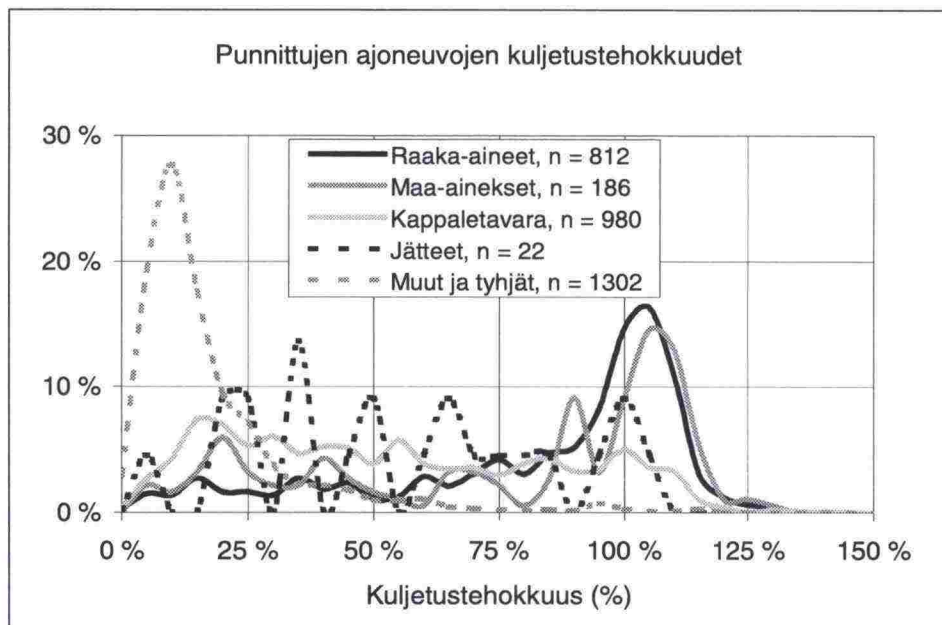
KÄYTTÄMÄTÖN KAPASITEETIT (t) TAVARALAJEITTAIN					
Tavaralaji		Autotyyppi			Kaikki Yht.
		1	2	3	
1.1 Puutavara	Keskiarvo	7.81	6.67	4.29	4.86
	Keskihajonta	4.49	7.51	9.94	9.42
	Lukumäärä	30	64	360	454
1.2.1 Kiinteät polttoaineet	Keskiarvo			1.27	1.27
	Keskihajonta			7.68	7.68
	Lukumäärä			32	32
1.2.2 Nestemäiset polttoaineet	Keskiarvo	8.61	3.29	7.47	7.45
	Keskihajonta	4.87	4.16	13.97	12.21
	Lukumäärä	17	5	60	82
1.3 Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	Keskiarvo	8.77	9.25	11.61	10.27
	Keskihajonta	3.83	8.36	13.38	10.55
	Lukumäärä	27	50	68	145
1.4 Lannoitteet, kemikaalit	Keskiarvo	3.81	7.69	4.10	4.90
	Keskihajonta	3.95	9.10	9.69	9.12
	Lukumäärä	12	23	64	99
1 yhteensä Raaka-ainekuljetukset	Keskiarvo	7.71	7.62	5.28	5.95
	Keskihajonta	4.53	8.06	11.01	10.09
	Lukumäärä	86	142	584	812
2.1 Sora	Keskiarvo	0.73		1.35	1.24
	Keskihajonta	5.00		10.68	9.88
	Lukumäärä	10		46	56
2.2 Rakennusmateriaalit	Keskiarvo	5.93	10.75	12.39	10.47
	Keskihajonta	4.81	10.41	13.74	11.63
	Lukumäärä	28	30	62	120
2.3 Päälystysmassat	Keskiarvo	4.32		0.96	1.97
	Keskihajonta	7.48		3.59	4.86
	Lukumäärä	3		7	10
2 yhteensä Maa-ainekset	Keskiarvo	4.54	10.75	7.28	7.23
	Keskihajonta	5.39	10.41	13.32	11.67
	Lukumäärä	41	30	115	186
3.1 Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym.)	Keskiarvo	8.78	14.21	18.22	14.58
	Keskihajonta	3.17	8.85	13.22	10.90
	Lukumäärä	85	85	144	314
3.2 Elintarvikkeet	Keskiarvo	7.03	10.98	12.63	10.70
	Keskihajonta	6.18	8.22	11.05	9.80
	Lukumäärä	146	50	271	467
3.3 Metallituotteet	Keskiarvo	8.18	16.88	19.74	14.28
	Keskihajonta	3.86	8.90	9.91	9.09
	Lukumäärä	75	77	47	199
3 yhteensä Kappaletavara	Keskiarvo	7.80	14.42	15.10	12.67
	Keskihajonta	5.02	8.97	12.01	10.20
	Lukumäärä	306	212	462	980
4 yhteensä Jätteet	Keskiarvo	7.00		10.92	8.07
	Keskihajonta	3.68		13.27	7.40
	Lukumäärä	16		6	22
5.1 Tyhjät	Keskiarvo	11.97	26.99	36.81	28.46
	Keskihajonta	3.76	4.41	5.91	11.84
	Lukumäärä	266	161	554	981
5.2 Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	Keskiarvo	9.27	21.18	23.65	17.99
	Keskihajonta	3.32	7.93	10.61	10.39
	Lukumäärä	114	72	135	321
5 yhteensä Tyhjät ja muut	Keskiarvo	11.16	25.20	34.23	25.88
	Keskihajonta	3.84	6.32	8.79	12.35
	Lukumäärä	380	233	689	1302
Sarake yhteensä: Keskiarvo		9.15	16.75	18.61	15.89
Sarake yhteensä: Keskihajonta		4.86	10.60	16.49	13.98
Sarake yhteensä: Lukumäärä		829	617	1856	3302

Taulukko 5. Punnittujen ajoneuvojen kuljetustehokkuudet tavaralajeittain.

KULJETUSTEHOKKUUDET (t) TAVARALAJEITTAIN					
Tavaralaji		Autotyyppi			Kaikki Yht.
		1	2	3	
1.1 Puutavara	Keskiarvo	36 %	79 %	90 %	85 %
	Keskihajonta	34 %	25 %	24 %	28 %
	Lukumäärä	30	64	360	454
1.2.1 Kiinteät polttoaineet	Keskiarvo			97 %	97 %
	Keskihajonta			20 %	20 %
	Lukumäärä			32	32
1.2.2 Nestemäiset polttoaineet	Keskiarvo	48 %	86 %	81 %	75 %
	Keskihajonta	28 %	18 %	35 %	35 %
	Lukumäärä	17	5	60	82
1.3 Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	Keskiarvo	30 %	71 %	72 %	64 %
	Keskihajonta	25 %	26 %	32 %	33 %
	Lukumäärä	27	50	68	145
1.4 Lannoitteet, kemikaalit	Keskiarvo	73 %	76 %	90 %	85 %
	Keskihajonta	30 %	27 %	24 %	26 %
	Lukumäärä	12	23	64	99
1 yhteensä Raaka-ainekuljetukset	Keskiarvo	42 %	76 %	87 %	80 %
	Keskihajonta	32 %	25 %	27 %	30 %
	Lukumäärä	86	142	584	812
2.1 Sora	Keskiarvo	91 %		97 %	96 %
	Keskihajonta	39 %		27 %	29 %
	Lukumäärä	10		46	56
2.2 Rakennusmateriaalit	Keskiarvo	54 %	65 %	69 %	64 %
	Keskihajonta	37 %	32 %	34 %	35 %
	Lukumäärä	28	30	62	120
2.3 Päälystysmassat	Keskiarvo	77 %		98 %	92 %
	Keskihajonta	40 %		9 %	22 %
	Lukumäärä	3		7	10
2 yhteensä Maa-ainekset	Keskiarvo	65 %	65 %	82 %	75 %
	Keskihajonta	40 %	32 %	33 %	36 %
	Lukumäärä	41	30	115	186
3.1 Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym.)	Keskiarvo	26 %	54 %	52 %	46 %
	Keskihajonta	24 %	29 %	33 %	32 %
	Lukumäärä	85	85	144	314
3.2 Elintarvikkeet	Keskiarvo	46 %	64 %	68 %	60 %
	Keskihajonta	35 %	27 %	28 %	32 %
	Lukumäärä	146	50	271	467
3.3 Metallituotteet	Keskiarvo	33 %	46 %	44 %	40 %
	Keskihajonta	29 %	26 %	25 %	28 %
	Lukumäärä	75	77	47	199
3 yhteensä Kappaletavara	Keskiarvo	37 %	53 %	61 %	52 %
	Keskihajonta	32 %	28 %	31 %	32 %
	Lukumäärä	306	212	462	980
4 yhteensä Jätteet	Keskiarvo	49 %		69 %	54 %
	Keskihajonta	26 %		37 %	30 %
	Lukumäärä	16		6	22
5.1 Tyhjät	Keskiarvo	11 %	13 %	9 %	10 %
	Keskihajonta	13 %	7 %	8 %	10 %
	Lukumäärä	266	161	554	981
5.2 Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	Keskiarvo	23 %	32 %	37 %	31 %
	Keskihajonta	22 %	23 %	26 %	24 %
	Lukumäärä	114	72	135	321
5 yhteensä Tyhjät ja muut	Keskiarvo	15 %	19 %	15 %	15 %
	Keskihajonta	17 %	17 %	17 %	17 %
	Lukumäärä	380	233	689	1302
Sarake yhteensä: Keskiarvo		29 %	46 %	53 %	46 %
Sarake yhteensä: Keskihajonta		30 %	33 %	40 %	38 %
Sarake yhteensä: Lukumäärä		829	617	1856	3302



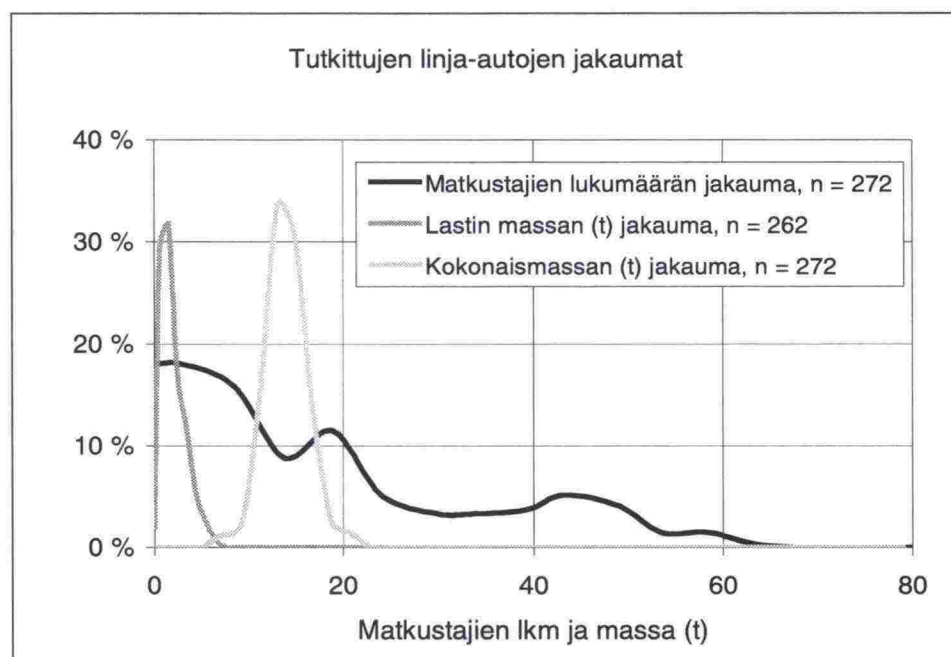
Kuva 6. Punnittujen ajoneuvojen käyttämättömän kapasiteetin jakaumat tavaralajeittain.



Kuva 7. Punnittujen ajoneuvojen kuljetustehokkuuksien jakaumat tavaralajeittain.

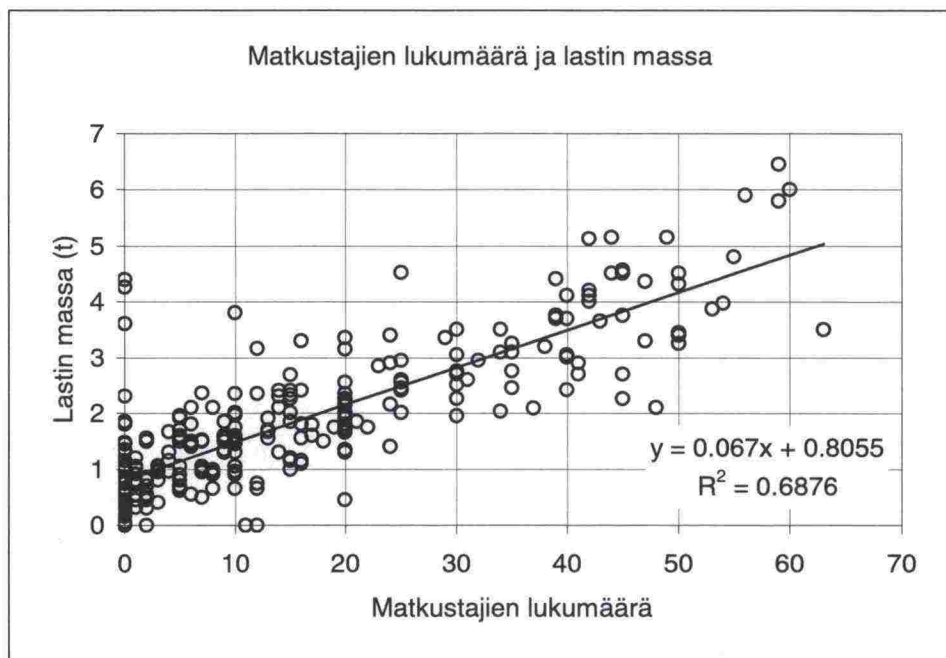
20. LINJA-AUTOJEN KOKONAISMASSAT JA LASTIN MASSAT

Tutkimuksessa punnittiin yhteensä 272 linja-autoa. Linja-autoista kirjattiin lastitietona matkustajien lukumäärä. Linja-autoista 253 kappaletta oli tyyppiä 1, 18 kappaletta tyyppiä 2 ja yksi tyyppiä 3. Linja-autojen matkustajien lukumäärän, lastin massan ja kokonaismassan jakaumat on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kaikkien punnittujen linja-autojen matkustajien lukumäärän, lastin massan ja kokonaismassan jakaumat.

Lastin massa matkustajien lukumäärän funktiona on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kaikkien punnittujen linja-autojen matkustajien lukumäärän, lastin massan ja kokonaismassan jakaumat.

Kuvaan 2 on laskettu havaintoaineistosta lineaarisella regressiolla regressiosuora. Suoran yhtälöksi on saatu

$$y = 0,067 x + 0,8055$$

(L1)

missä	x on	matkustajien lukumäärä
	y	lastin massa (t)

Yhtälön perusteella keskimääräinen matkustajan vaikutus lastin massaan on ollut 67 kg. Tässä on mukana henkilön paino sekä matkatavaroiden paino. Linja-auton kuljettaman rahdin vaikutusta ei ole tutkittu. Kaavasta (L1) voidaan päätellä myös, että linja-auton keskimääräinen lastin massa on ollut 805,5 kg, kun linja-autossa ei ole ollut matkustajia.

Akseli- ja telimassat

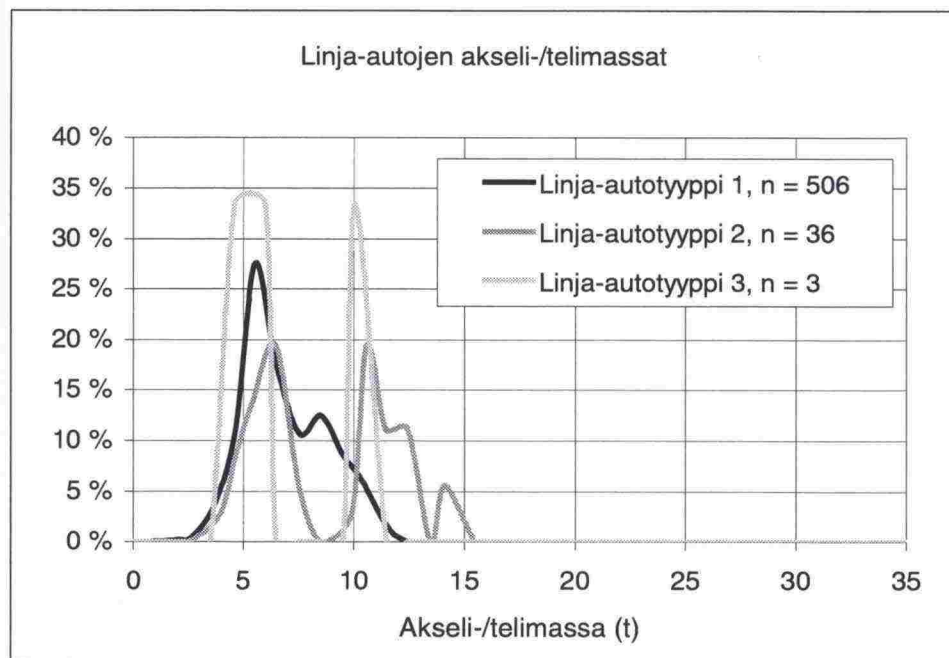
Linja-autoista on esitetty akseli- ja telimassat sekä ekvivalentit akselimassat taulukoissa 1...2 ja jakaumat kuvissa 3...5.

Taulukko 1. Punnittujen linja-autojen akseli-/telimassat sekä ekvivalentit akselimassat linja-autotyypeittäin ja akselien lukumäärittäin.

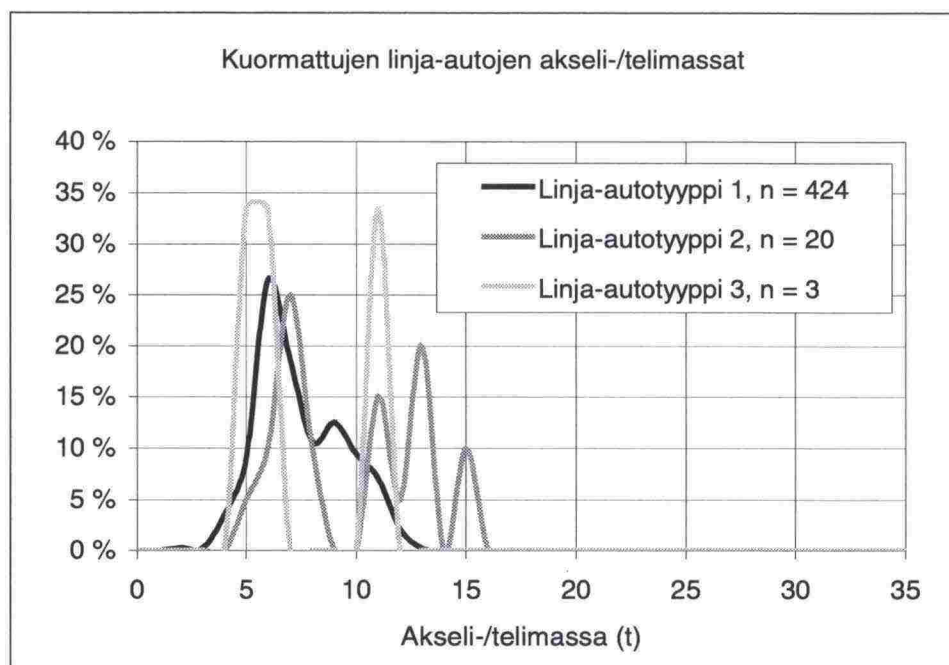
AKSELIMASSAT (t) LINJA-AUTOTYYPEITTÄIN: Kaikki mittaukset					EKVIVALENTIT AKSELIMASSAT (t)		
Linja-auton tyyppi		Akselien lukumäärä		Kaikki yht.	Akselien lukumäärä		Kaikki yht.
		1	2		1	2	
1	Keskiarvo	6.86		6.86	4.22		4.22
	Keskihajonta	1.94		1.94	3.73		3.73
	Lukumäärä	506		506	506		506
2	Keskiarvo	5.85	11.55	8.70	3.37	2.46	2.91
	Keskihajonta	1.04	1.26	3.10	2.15	1.03	1.73
	Lukumäärä	18	18	36	18	18	36
3	Keskiarvo	6.88		6.88	4.82		4.82
	Keskihajonta	2.83		2.83	4.77		4.77
	Lukumäärä	3		3	3		3
Sarake yhteensä: Keskiarvo		6.82	11.55	6.98	4.20	2.46	4.14
Sarake yhteensä: Keskihajonta		1.92	1.26	2.08	3.69	1.03	3.65
Sarake yhteensä: Lukumäärä		527	18	545	527	18	545

Taulukko 2. Ei-tyhjiä linja-autojen akseli-/telimassat sekä ekvivalentit akselimassat linja-autotyypeittäin ja akselien lukumäärittäin.

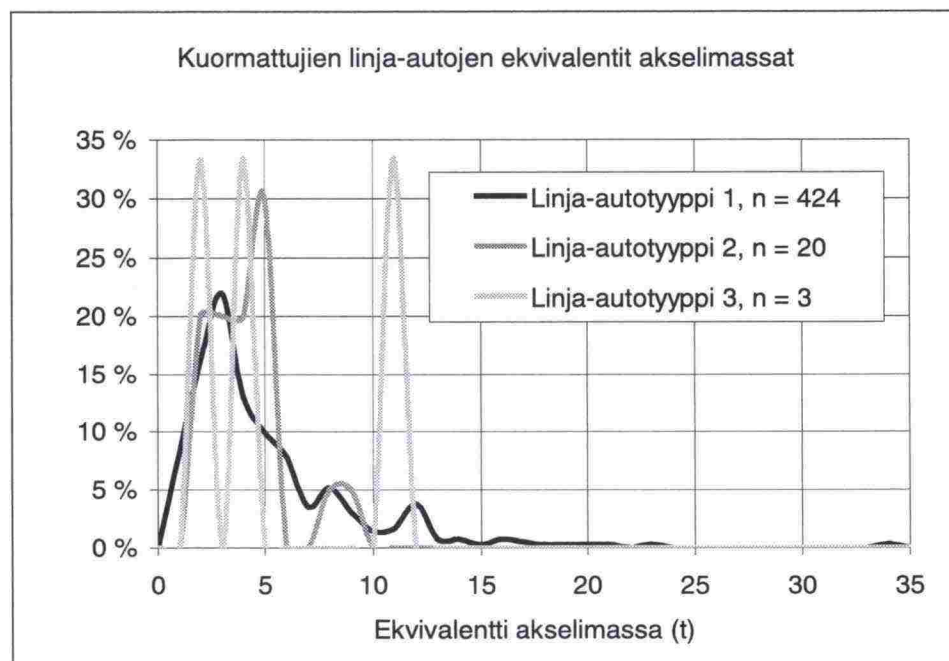
AKSELIMASSAT (t) LINJA-AUTOTYYPEITTÄIN: Matkustajia > 0				EKVIVALENTIT AKSELIMASSAT (t)			
Linja-auton tyyppi		Akselien lukumäärä		Kaikki yht.	Akselien lukumäärä		Kaikki yht.
		1	2		1	2	
1	Keskiarvo	6.99		6.99	4.49		4.49
	Keskihajonta	1.96		1.96	3.88		3.88
	Lukumäärä	424		424	424		424
2	Keskiarvo	6.29	12.03	9.16	4.25	2.97	3.61
	Keskihajonta	0.91	1.46	3.17	2.22	1.14	1.84
	Lukumäärä	10	10	20	10	10	20
3	Keskiarvo	6.88		6.88	4.82		4.82
	Keskihajonta	2.83		2.83	4.77		4.77
	Lukumäärä	3		3	3		3
Sarake yhteensä: Keskiarvo		6.98	12.03	7.09	4.49	2.97	4.45
Sarake yhteensä: Keskihajonta		1.95	1.46	2.08	3.85	1.14	3.82
Sarake yhteensä: Lukumäärä		437	10	447	437	10	447



Kuva 3. Kaikkien punnittujen linja-autojen akseli-/telimassojen jakaumat linja-autotyypeittäin.



Kuva 4. Ei-tyhjiä linja-autojen akseli-/telimassojen jakaumat linja-autotyypeittäin.



Kuva 5. Ei-tyhjien linja-autojen ekvivalenttien akselimassojen jakaumat linja-autotyypeittäin.

21. YLISUURET MASSAT

Raskaan liikenteen ylisuurten massojen selvittäminen ei ole mitenkään suoraan raskasta, sillä säädökset ovat hyvin moninaiset. Taulukoissa 1 ja 2 on tarkasteltu punnitusaineiston perusteella, kuinka suurella osalla akseleista ja teleistä on liian suuret akseli- ja telimassat ja kuinka suuri osa ajoneuvoista ja ajoneuvoyhdistelmistä ylittää suurimmat sallitut kokonaismassat. Punnitustulokset on otettu huomioon taulukoissa sellaisinaan – niissä ei ole huomioitu sitä, että vaaka kalibrointiselvityksen perusteella näytti akselia kohti 350 – 400 kg liian suurta arvoa. Kerätyn aineiston perusteella keskimäärin joka viides kuorma-auto ylittää suurimman sallitun kokonaismassan mutta ylitys on yleensä kohtalaisen pieni.

Taulukko 1. Suurimpien sallittujen akseli- ja telimassojen ylitykset akselimassatutkimuksen punnitusaineiston perusteella.

Akselin tai telin tyyppi	Suurin sallittu massa (t)	Suurimman sallitun massan ylittäneiden osuus (%)	Keskimääräinen ylitys (%)
Yksittäisakseli, vetävä	11,5	4	10
Yksittäisakseli, muu	10	10	9
2-akselinen teli, ilmajousi	19	8	7
2-akselinen teli, lehtijousi	18	28	10
3-akselinen teli, ilmajousi	26	5	5
3-akselinen teli, lehtijousi	25	19	7

Taulukko 2. Suurimpien sallittujen kokonaismassojen ylitykset akselimassatutkimuksen punnitusaineiston perusteella.

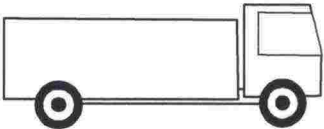
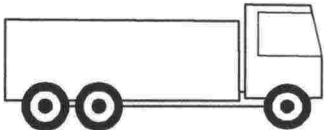
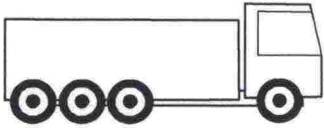
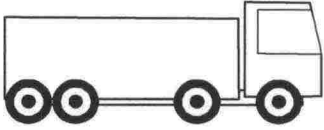
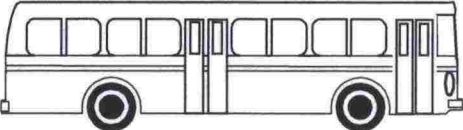
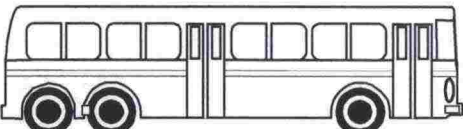
Autotyyppi	Suurin sallittu massa (t)	Suurimman sallitun massan ylittäneiden osuus (%)	Keskimääräinen ylitys (%)
KAIP	18	3	8
	25	10	7
	32	11	7
	38	0	2
	Kaikki	6	7
KAPP	42	8	7
	48	10	9
	Kaikki	8	8
KAVP	36	3	4
	44	7	4
	53	10	5
	60	36	7
	Kaikki	30	7
Kaikki	Kaikki	20	7

22. AKSELI- TELI- JA KOKONAISMASSOJEN SEKÄ KUORMITUSKERTALUKUJEN JA AJONEUVOTYYPPI- EN KEHITYS

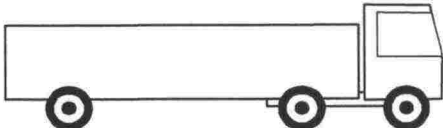
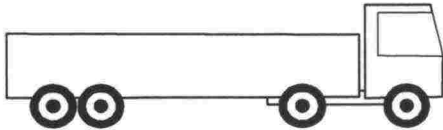
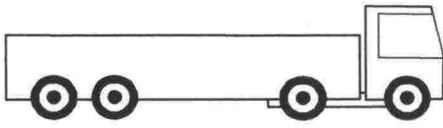
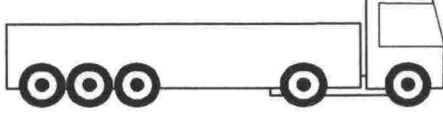
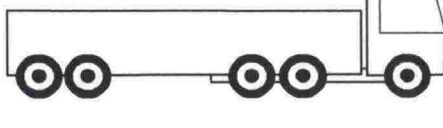
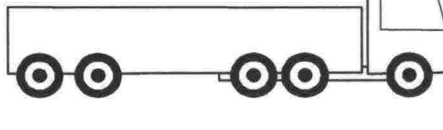
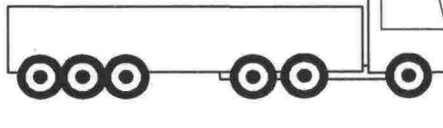
Ajoneuvotyyppijakaumien muutokset

Lainsäädännön muutokset ovat vaikuttaneet paitsi tietenkin ajoneuvojen massoihin myös ajoneuvotyyppijakaumiin. Kuvissa 1...3 sekä tiivistetysti taulukossa 1 on esitetty keskeisimmät tiedot siitä, miten ajoneuvotyyppijakaumat ovat muuttuneet vuodesta 1986 vuoteen 1999 (tarkempia tietoja vuoden 1999 ajoneuvotyyppijakaumista on tämän osion kohdassa 17 "Ajoneuvojen tyypit ja jakaumat"). Esitetyt jakaumat perustuvat suoraan punnituspaikoilla tehtyihin havaintoihin – niitä ei ole laajennettu autokantaan tai liikenteeseen.

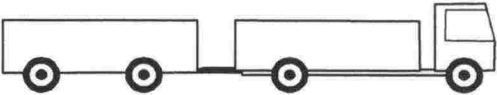
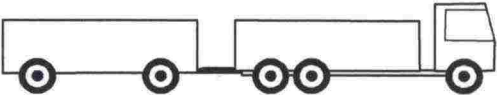
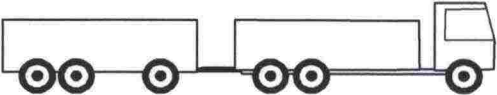
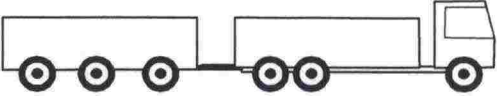

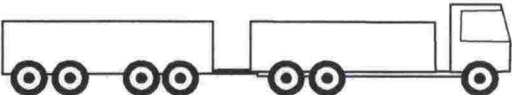


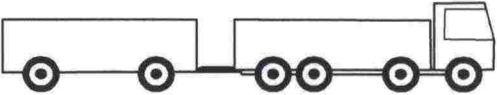
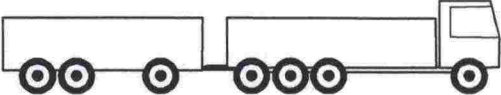

Jakaumia tarkasteltaessa on muistettava, että punnituspisteet sijaitsivat pääosin etäällä taajamista. Niinpä niissä ei ole havaittu taajamille tai niiden lähiympäristöille tyypillistä lyhytmatkaista liikennettä todellisuutta vastaavalla tavalla. Esimerkiksi maa-aineskuljetuksia ja jakelukuljetuksia on tutkimusaineistossa Tieliikenteen tavarankuljetustilastoon verrattuna huomattavan vähän, joten myös niissä tyypillisesti käytetyn kaluston suhteelliset osuudet on aliarvioitu. Tämä koskee erityisesti jakeluliikenteessä yleisesti käytettyjä kevyitä 2-akselisia perävaunuttomia kuorma-autoja sekä maa-aineskuljetuksissa tavanomaisia 4-akselisia perävaunuttomia kuorma-autoja, joissa on 3-akselinen teli, ja 7-akselisia yhdistelmiä, joissa edellä mainittuun 4-akseliseen vetoautoon on kytketty 3-akselinen varsinainen perävaunu.

	<u>1986</u>	<u>1999</u>
	62,5 %	55,6 %
	35,9 %	37,4 %
	1,3 %	1,6 %
	0,2 %	5,2 %
Linja-autot (LA)		
		<u>1999</u>
		93,0 %
		6,6 %

Kuva 1. Ilman perävaunua olevat kuorma-autot (KAIP).

	<u>1986</u>	<u>1999</u>
	3,0 %	0,6 %
	14,3 %	0,6 %
	19,5 %	3,5 %
	1,7 %	48,2 %
	16,7 %	1,6 %
	36,6 %	7,7 %
	6,8 %	31,0 %

Kuva 2. Puoliperävaunulliset kuorma-autot (KAPP).

	<u>1986</u>	<u>1999</u>
	3,5 %	1,4 %
	15,8 %	1,9 %
	56,1 %	5,6 %
	16,9 %	9,3 %
	(0,0 %)	6,9 %
	0,4 %	10,1 %
	0,0 %	48,0 %
	(0,0 %)	1,1 %
	4,4 %	0,1 %
	(0,0 %)	3,3 %
	(0,0 %)	5,3 %

Kuva 3. Kuorma-autot, joissa on varsinainen perävaunu (KAVP).

Taulukko 1. Ajoneuvotyyppijakaumien muutokset.

Autotyyppi	Yhdistelmän osa	Muutos vuodesta 1986 vuoteen 1999
KAIP		Jossakin määrin 2-akselisista 3- ja 4-akselisiin
KAPP	Vetoautot	Jossakin määrin 3-akselisista 2-akselisiin
	Perävaunut	Selvästi 2-akselisista 3-akselisiin
KAVP	Vetoautot	Jossakin määrin 3-akselisista 4-akselisiin
	Perävaunut	Selvästi 2- ja 3-akselisista 4-akselisiin

Varsinaiisiin perävaunuyhdistelmiin on 5- ja 6-akselisen kaluston tilalle tullut 6- ja 7-akselinen kalusto. Puoliperävaunuyhdistelmiin on 4- ja 5-akselisen kaluston tilalle tullut 5- ja 6-akselinen kalusto.

Moduulirekat samaistettiin tässä tutkimuksessa varsinaiisiin perävaunuyhdistelmiin. Kaiken kaikkiaan moduulirekkoja sattui aineistoon vielä varsin vähän (vain n. 1 % kaikista varsinaisista perävaunuyhdistelmistä), mutta ilmeisesti ne ovat joillakin yksittäisillä yhteysväleillä hyvinkin yleisiä (mm. Helsinki-Tampere ja Helsinki-Lahti). Keskiakseliperävaunuja oli 2 %:ssa varsinaisista perävaunuyhdistelmistä.

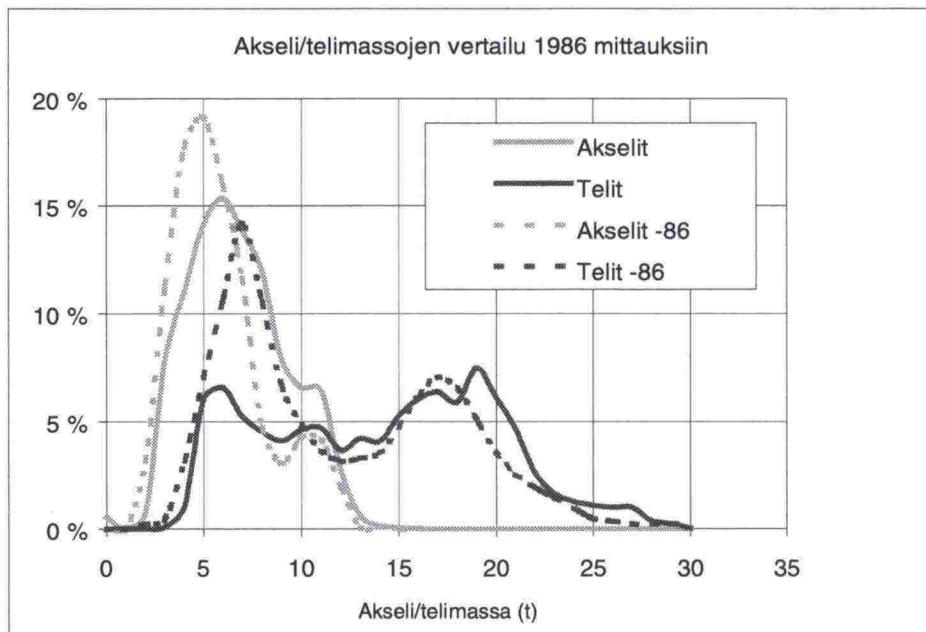
Vetoauton, apuvaunun ja puoliperävaunun yhdistelmät eli moduulit on edellä mainitulla tavalla samaistettu kuorma-autoihin, joissa on varsinainen perävaunu, mutta vetoautojen ja apuvaunujen yhdistelmät taas puoliperävaunullisiin kuorma-autoihin. Kun vuonna 1986 puoliperävaunullisista kuorma-autoista vetoautojen ja apuvaunujen yhdistelmiä oli kaikkiaan vajaa 1 %, niitä nyt oli n. 4 %.

Akseli-, teli- ja kokonaismassojen ja kehitys

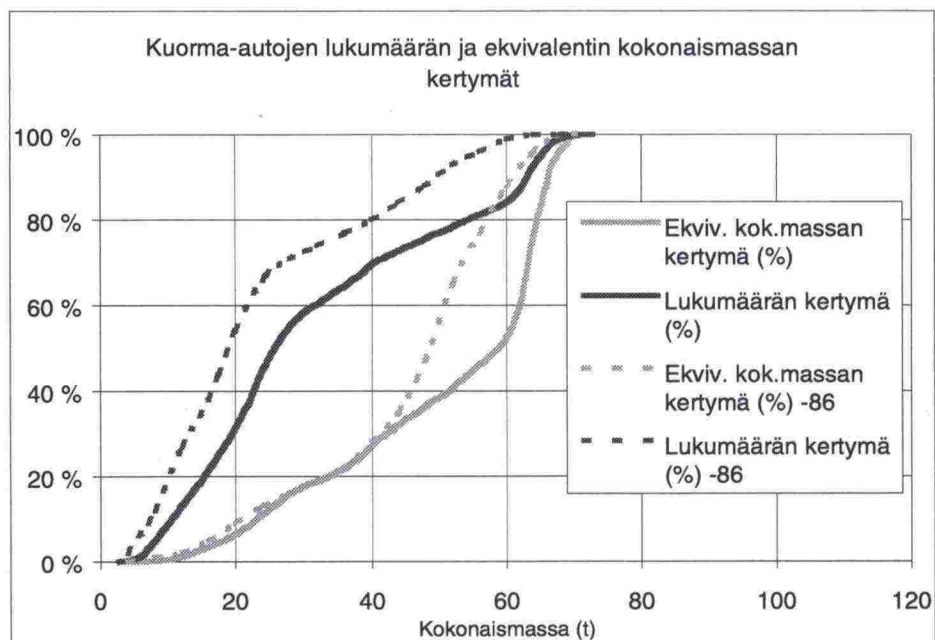
Akseli-, teli- ja kokonaismassojen kehitystä voidaan tarkastella mm. keskiarvojen ja jakaumien muutosten avulla. Keskiarvojen osalta tarkastelu jää kuitenkin hieman puutteelliseksi, koska osa vuoden 1986 tiedoista oli tuolloin raportoitu vain graafisina jakaumina. Jakaumista otetaan tässä esiin kuorma-autojen akseli- ja telimassajakaumat ja niiden muutokset sekä kuorma-autojen lukumäärän ja ekvivalentin kokonaismassan kertymät ja niiden muutokset. Lisäksi näytetään aikasarjana kuorma-autojen keskimääräisten kokonaismassojen kehitys vuodesta 1960 lähtien. Ekvivalentilla kokonaismassalla tarkoitetaan tässä kokonaismassaa, joka on muunnettu 10 tonnin standardiakseleiksi. Tätä on selvitetty enemmän osiossa III luvussa 11 "Tutkimusaineiston käsittelyn menetelmät". Tarkempia vertailuja siitä, miten akseli-, teli- ja kokonaismassat ovat muuttuneet vuodesta 1986 vuoteen 1999 on esitetty tämän osion luvussa 23 "Kuorma-autojen massat tavaralajeittain".

Taulukko 2. Akseli-, teli- ja kokonaismassojen keskiarvot 1986 ja 1999 (t).

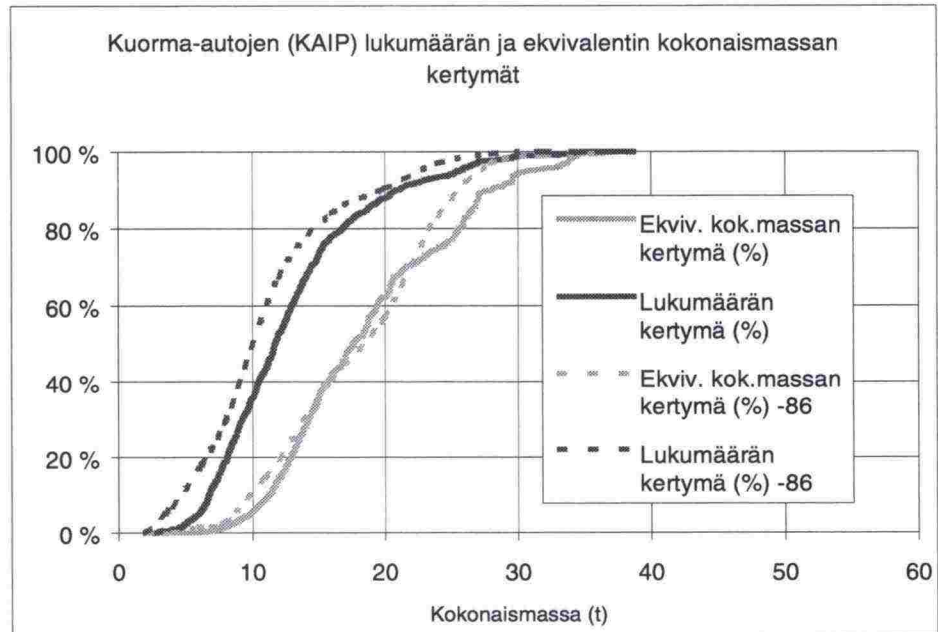
Auto-tyyppi	Akseli- tai telimassat 1986	Akseli- tai telimassat 1999	Kokonaismassat 1986	Kokonaismassat 1999
KAIP		6,4	11,0	12,9
KAPP		8,9	24,1	28,1
KAVP		9,0	33,8	41,9
LA		7,0		14,0
KA	7,6	8,6	23,7	32,1



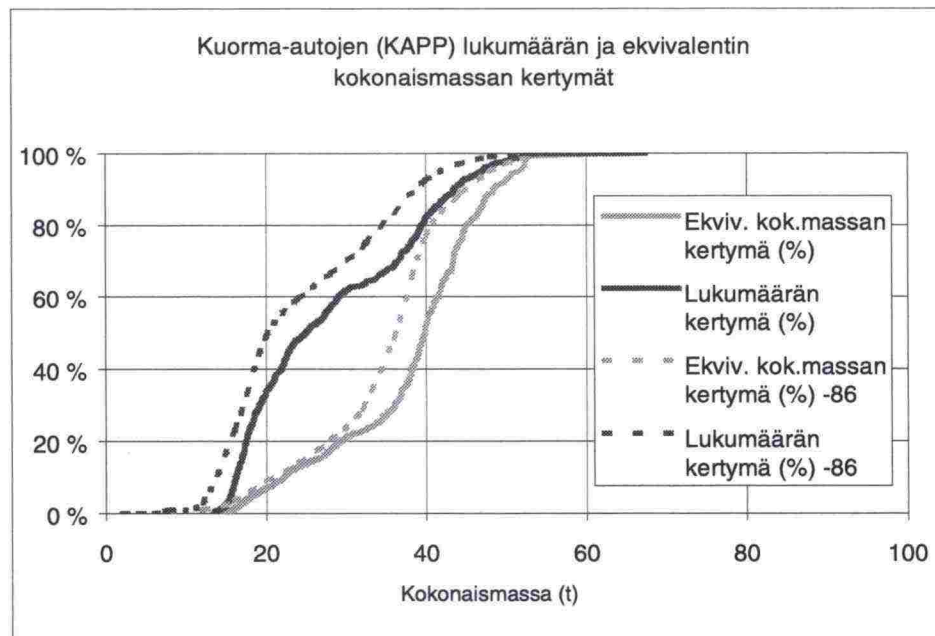
Kuva 4. Akseli- ja telimassojen jakaumat 1986 ja 1999.



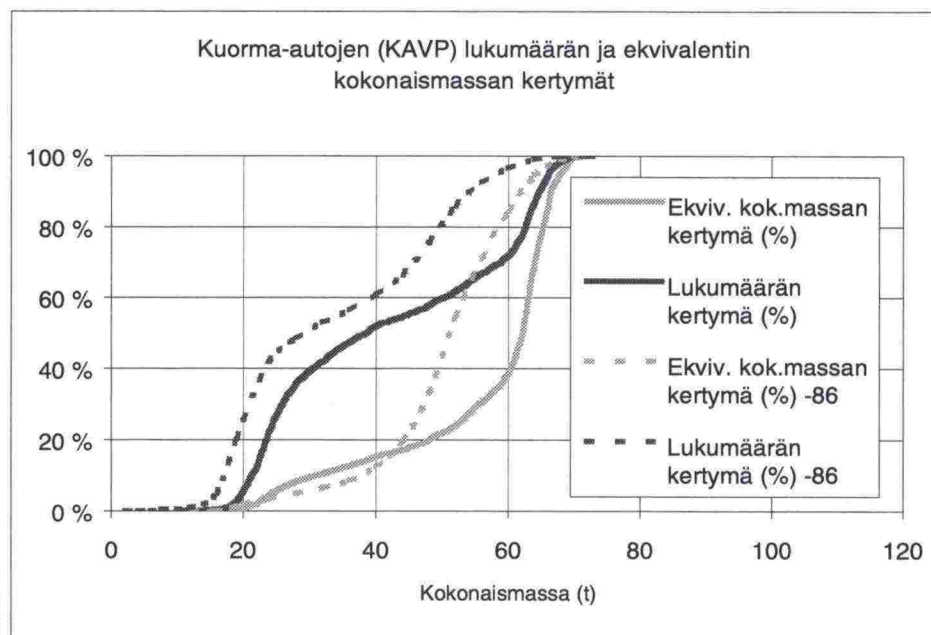
Kuva 5. Kuorma-autojen lukumäärän ja ekvivalentin kokonaismassan kertymät 1986 ja 1999.



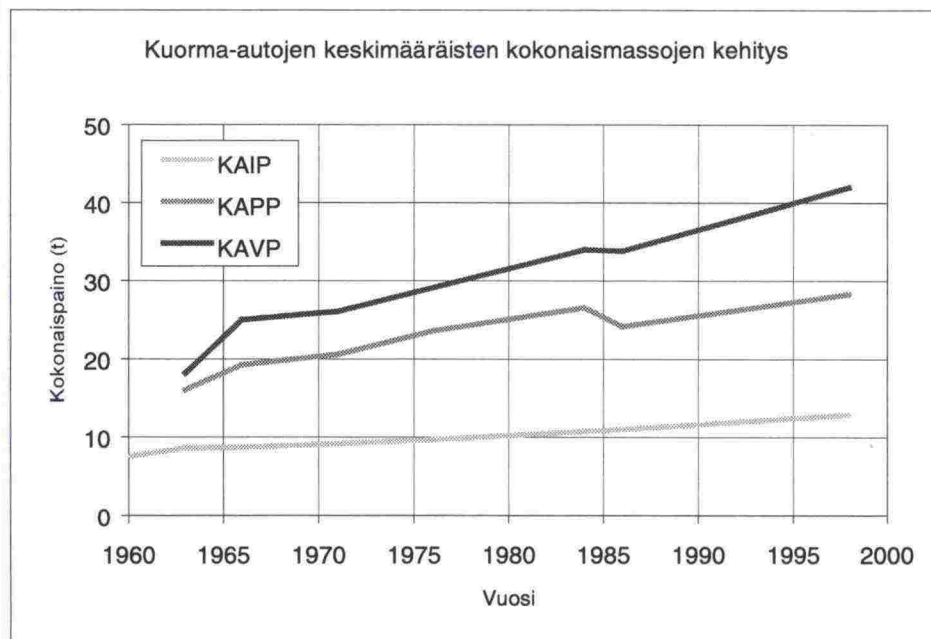
Kuva 6. Ilman perävaunua olevien kuorma-autojen lukumäärän ja ekvivalentin kokonaismassan kertymät 1986 ja 1999.



Kuva 7. Puoliperävaunullisten kuorma-autojen lukumäärän ja ekvivalentin kokonaismassan kertymät 1986 ja 1999.



Kuva 8. Kuorma-autojen lukumäärän ja ekvivalentin kokonaismassan kertymä.



Kuva 9. Kuorma-autojen keskimääräisten kokonaismassojen kehitys 1960 – 1999.

Kun katsoo esim. kuvaa 2, voi todeta, että vuonna 1986 vain muutama prosentti kaikista kuorma-autoista ylitti 60 tonnin massan, mutta nyt tämän ylittäjiä on n. 15 % kuorma-autoliikenteestä. Vastaavasti vuonna 1986 suurimman sallitun massan eli 48 tonnia ylitti arviolta 12 % kuorma-autoista, kun nyt sen ylittäjiä on n. 25 % kuorma-autoliikenteestä.

Kun vuonna 1986 ekvivalentin kokonaismassan kertymästä kaikkiaan n. 13 % tuli yli 60 tonnin kuorma-autoista, niistä nyt tulee n. 50 %. Vastaavasti kun vuonna 1986 n. 60 % ekvivalentin kokonaismassan kertymästä tuli yli 48:n tonnin kuorma-autoista, niistä nyt tulee n. 65 %.

Vaikka kokonaismassat ovatkin suurentuneet, ajoneuvoissa on nykyään myös enemmän akseleita, jolloin kuorma jakautuu tasaisemmin ajoneuvon koko pituudelle. Akseleiden lisäys ei kuitenkaan kompensoi kokonaan kuormien kasvua.

Kuormituskertalukujen muutokset ja muutosten vaikutus tieverkon kuormitusarvioon

Eri autotyyppien kuormituskertalukuja eli sitä, kuinka monta 10 tonnin standardiakselia liikenteessä oleva autotyyppin edustaja keskimäärin vastaa, on tarkasteltu lähemmin osiossa III luvussa 11 "Tutkimustulosten yleistäminen". Taulukossa 3 on kuitenkin näytetty, miten kuormituskertaluvut muuttuvat nyt tehdyn uuden akselimassatutkimuksen seurauksena.

Taulukko 3. Eri autotyyppien kuormituskertaluvut.

Autotyyppi	Nykyiset kuormituskertaluvut	Uudet kuormituskertaluvut	Kuormituskertaluvun muutos (%)
KAIP	0,4	0,6	50
KAPP	1,5	1,5	0
KAVP	2,3	2,6	13
LA	0,4	0,9	125
KAIP+LA	0,4	0,7	75
LAPP+KAVP	2,1	2,3	10

Kuormituskertaluvut ovat siis kasvaneet melkoisesti lukuunottamatta puoliperävaunullisia kuorma-autoja. Kuormituskertalukujen tarkistus muuttaa myös arviota siitä, miten liikenne rasittaa tieverkkoa. Se on näytetty taulukossa 4, jossa asiaa tarkastellaan sekä koko verkolla että erikseen kullakin toiminnallisella tieluokalla.

Taulukko 4. Kuormituskertalukujen muutoksen vaikutus tieverkon kuormitusarvion.

Toiminnallinen tieluokka	Kuormitusarvion muutos %
Valtatiet	17
Kantatiet	20
Seututiet	25
Yhdystiet	32
Kaikki	20

Kuormituskertaluvut on nyt laskettu monimutkaisemmilla kaavoilla kuin vuonna 1986. Perusideana kuitenkin on, että ns. 4. potenssin sääntö on yhä voimassa, mutta kaavoissa on otettu aikaisempaa paremmin huomioon erilaiset teli- ja jousitusrakenteet sekä rengastukset (mm. leveiden yksittäisrenkaiden vaikutukset).

Rengastuksen muuttuminen

Vuonna 1986 ns. leveät yksittäisrenkaat (Supersinglet) olivat vielä hyvin harvinaisia, mutta nyt niitä käytetään varsin yleisesti. Tämän osion luvussa 25 "Rengaskoot ja rengastukset" erilaisten rengastusten määrää on selvitetty osuutena renkaiden kokonaismäärästä, mutta oheisessa taulukossa 5 eri rengastusten määrää on tarkasteltu osuutena akseleista.

Taulukko 5. Rengastus osuutena akseleista (leveän yksittäisrenkaan eli Supersinglen leveys on suurempi kuin 350 mm).

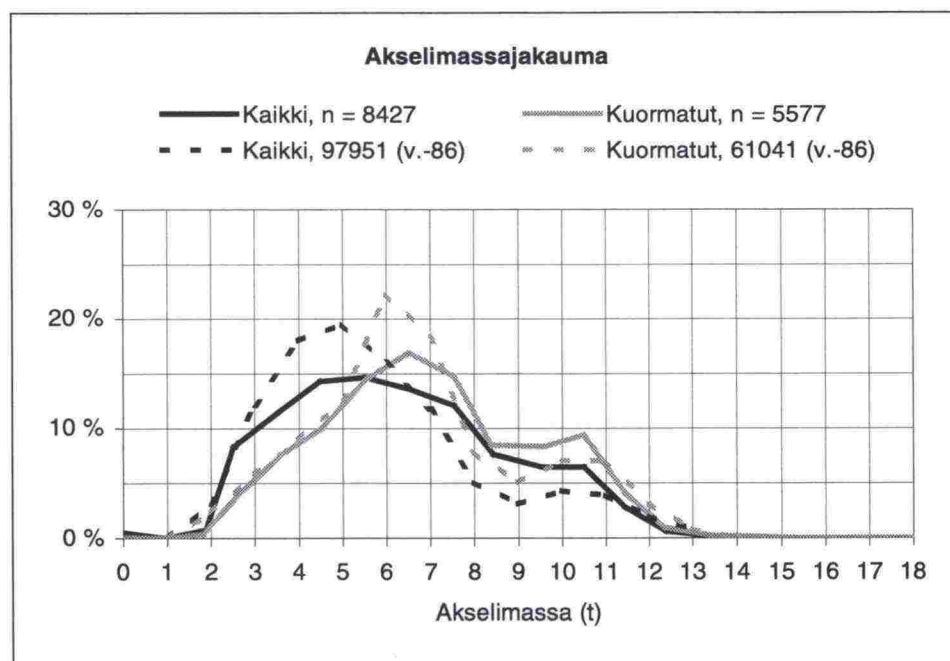
Ajoneuvotyyppi tai ajoneuvon osa	Tavallinen yksittäinen	Tavallinen parirengas	Leveä yksittäinen
Linja-autot	53	47	0
Vetoautot	40	56	5
Puoliperävaunut	2	21	77
Varsinaiset perävaunut	1	85	14
Kaikki	23	63	15

23. KUORMA-AUTOJEN MASSAT TAVARALAJEITTAIN

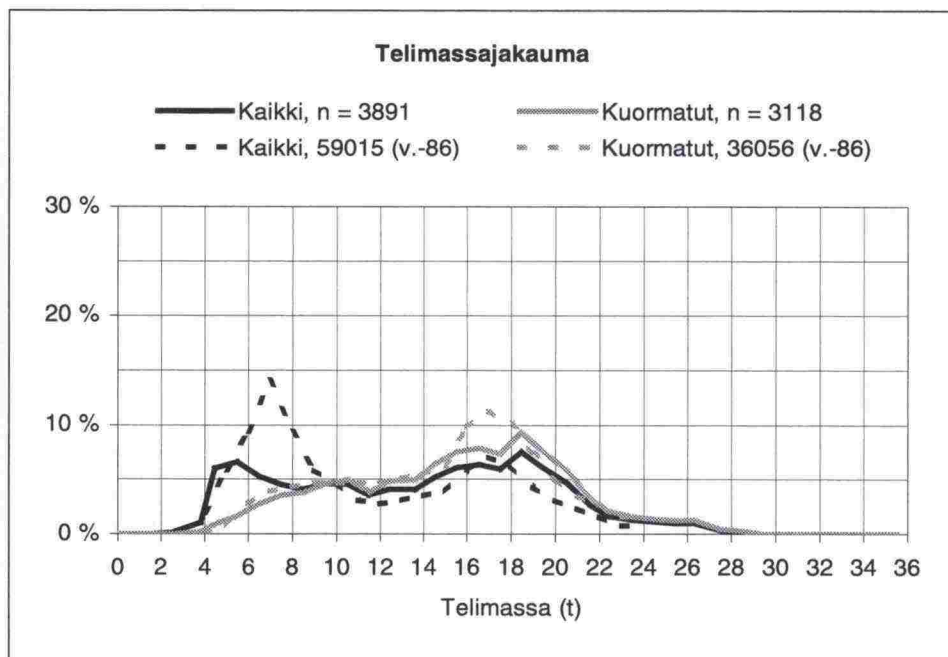
Akseli-, teli- ja kokonaismassat

Havaintoaineistosta (sisältäen autotyypit KAIP, KAPP ja KAVP) lasketut akseli-, teli- ja kokonaismassajakaumat. on esitetty vuoden 1986 akselipainotutkimuksen vastaavien jakaumien kanssa kuvissa 1...5.

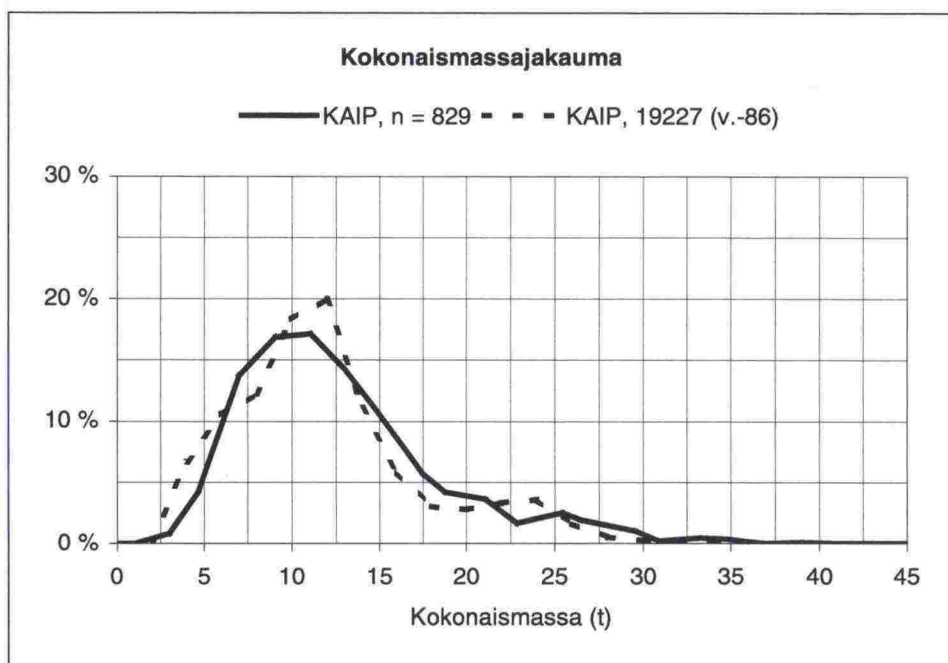
Tämän tutkimuksen osalta kuvissa esitetyt lukumäärät ovat punnittujen autojen, akselien ja telien lukumääriä. Vuoden 1986 osalta autojen, akselien ja telien lukumäärät on laajennettu vastaamaan vuoden 1986 koko kuorma-autokantaa.



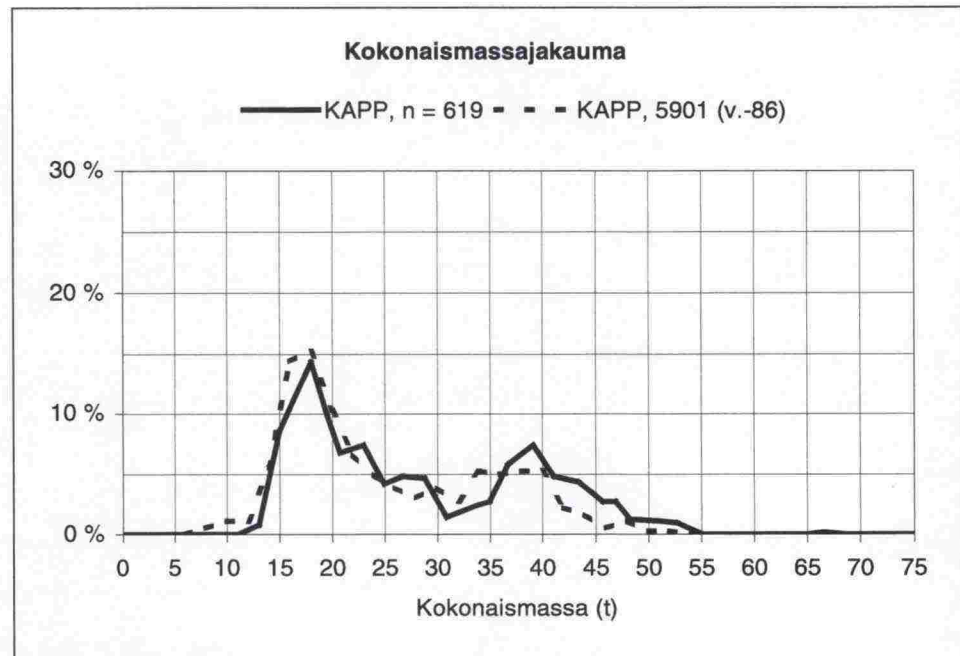
Kuva 1. Kuormattujen ja kaikkien ajoneuvojen akselimassajakaumat.



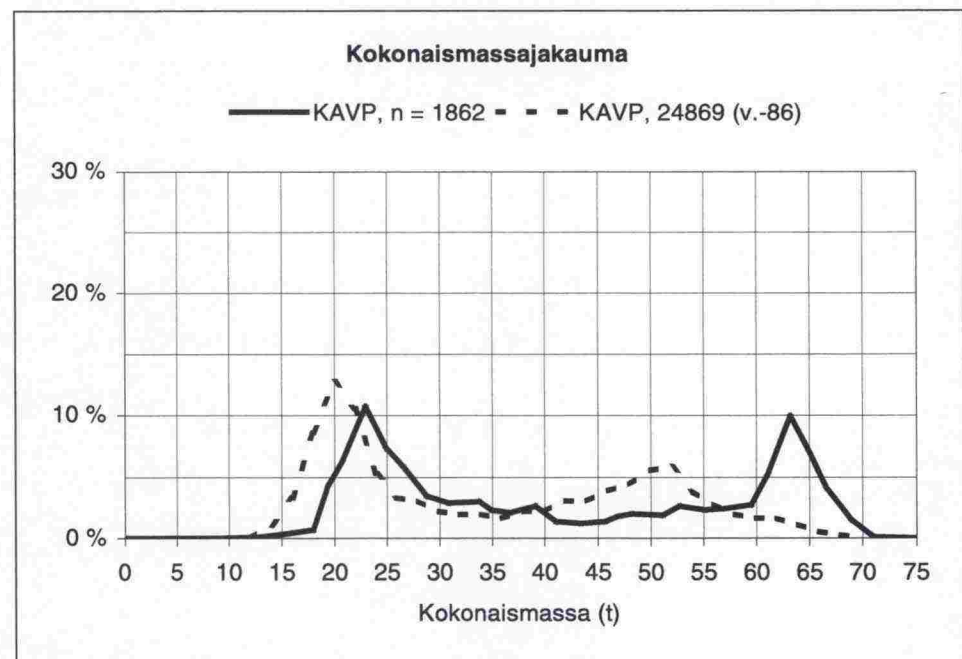
Kuva 2. Kuormattujen ja kaikkien ajoneuvojen telimassajakaumat.



Kuva 3. Autotyypin KAIP kokonaismassajakaumat.



Kuva 4. Autotyypin KAPP kokonaismassajakaumat.



Kuva 5. Autotyypin KAVP kokonaismassajakaumat.

Tavaralajit

Ajoneuvoyhdistelmien kuljettamat tavaralajit sijoitettiin samoihin luokkiin, joita oli käytetty vuoden 1986 akselipainotutkimuksessa. Vuosien 1986 ja 1999 tutkimusten tavaralajiluokkien vastaavuus ilmenee taulukosta 1.

Taulukko 1. Vuosien 1986 ja 1999 akselipainotutkimusten tavaralajituokkien vastaavuus.

Vuoden -86 akselipainotutkimuksen luokka	Luokan muodostavat vuonna -99 punnitut tavaralajit
Sora	23 Sora, hiekka, kivet ja muut maa-ainekset, kuonatuhka
Tukki- ja kuitupuu	6 Puuraaka-aine, tukki- ja kuitupuu
Hake ja puru	7 Puru, hake, jätepuu, polttopuu
Metsäteollisuustuotteet	8 Mekaanisen metsäteollisuuden tuotteet 9 Paperimassa, selluloosa, jät-paperi 10 Paperi, kartonki, painotuotteet
Maataloustuotteet	1 Viljat 2 Sokerijuurikas 3 Perunat, juurekset, vihannekset ja hedelmät 4 Elävät eläimet 5 Tekstiilikuidut, villa, nahat, turkikset 16 Eläinten ruoat ja rehut
Elintarvikkeet	12 Juomat 13 Liha, kala, maito ja muut helposti pilaantuvat elintarvikkeet 14 Jauhot, sokeri, kahvi ja muut pilaantumattomat elintarvikkeet 15 Öljykasvien siemenet, kasvisrasvat ja -öljyt
Nestemäiset polttoaineet	18 Nestemäiset polttoaineet
Turve, kivihiili ja koksi	17 Kivihiili, koksi, turve
Rakennusaineet ja -tuotteet	19 Asfaltti, öljysora, bitumi 24 Sementti, kalkki 25 Betoni, tiilet, elementit yms. rakennusmateriaalit
Kemian teollisuuden tuotteet	26 Kalkkilannoitteet, raaka fosfaatti, kalium jne. 27 Hiilikemikaalit, piki yms. 28 Hapot, lipeä, oksidit ja muut peruskemikaalit 29 Lääkkeet, puhdistusaineet, maalit, räjähteet ym. kemianteollisuuden tuotteet
Metalliteollisuuden tuotteet	20 Rautamalmi ja sen rikasteet, rauta- ja teräsromu 21 Kupari ja rikasteet, muu rautaa sisältämätön malmi ja romu 22 Raakateräs, rautaharkot, levyt, tangot yms. puolivalmisteet 30 Kulkuvälineet, koneet, elektroniikka ja niiden osat 31 Muut metallituotteet ja niiden osat
Tekstiiliteollisuustuotteet	32 Vaatteet, tekstiilit ja kengät
Muovi- ja kumiteollisuustuotteet	34 Muovi- ja kumiteollisuuden tuotteet
Jätteet	35 Ongelmajätteet 36 Talousjätteet 37 Rakennus- ja muut jätteet
Sekalainen kappaletavara	11 Huonekalut, myymäläkalusteet yms. 33 Lasi, lasivalmisteet ja keramiikka 39 Tyhjät kontit, kuormalavat, rullakot, palautuspullot yms. pakkausmateriaalit
Muut tavarat	0 Ei merkintää 38 Kontit, joiden sisältö ei ole tiedossa 40 Muut tavarat 41 Ne tyhjät autot, joiden edellinenkin kuljetus on ollut tyhjä tai siitä ei ole merkintää 42 Kunnossapito, huoltoajo yms. toiminnot

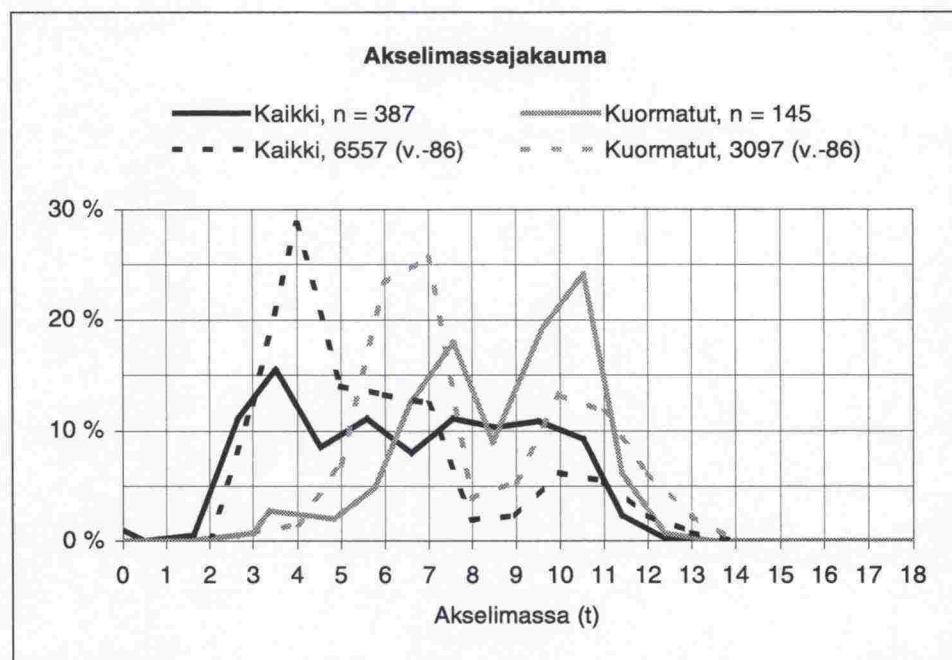
Akseli-, teli- ja kokonaismassajakaumat tavaralajeittain

Kustakin tavaralajista on seuraavassa (kuvat 6...83) esitetty akseli-, teli- ja kokonaismassajakaumat.

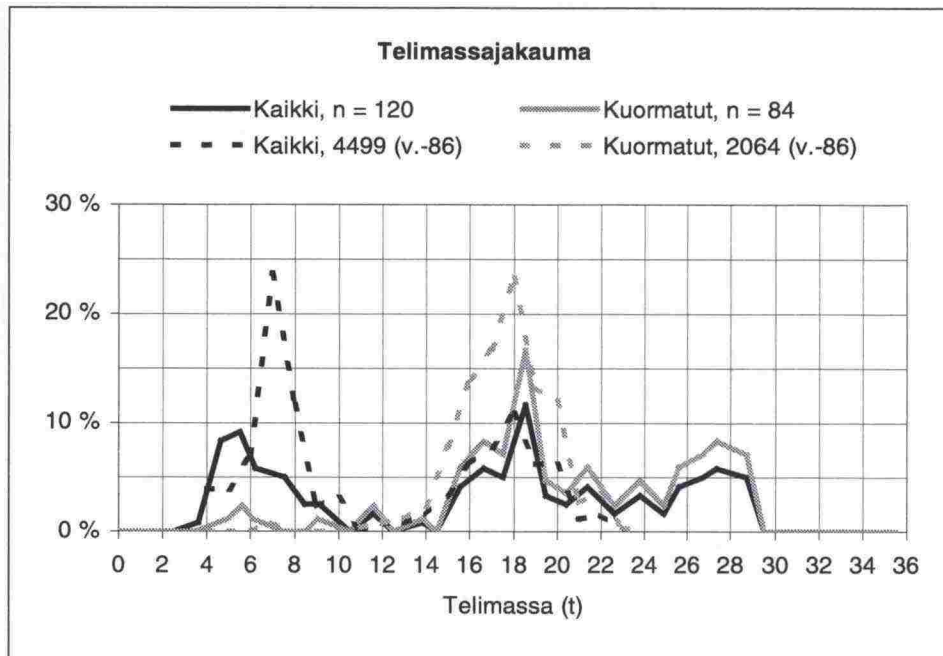
Akseli- ja telimassajakaumat on esitetty sekä kuormatuille että kaikille ajoneuvoille. Kuormattu ajoneuvo on tarkasteltavaa tavaralajia punnitushetkellä kuljettanut ajoneuvo. Kaikki-luokkaan kuuluvat kuormattujen ajoneuvojen lisäksi ne punnitushetkellä tyhjinä olleet ajoneuvot, joiden edellisen kuorman tiedetään kuuluneen tarkasteltavaan tavaralajiin.

Kokonaismassajakaumat on eritelty kolmelle autotyypille (KAIP, KAPP, KAVP). Kokonaismassajakaumakuviissa ovat mukana kaikki tavaralajin autot (eli myös punnitushetkellä tyhjinä olleet autot, joiden edellisen kuorman tiedetään kuuluneen tarkasteltavaan tavaralajiin).

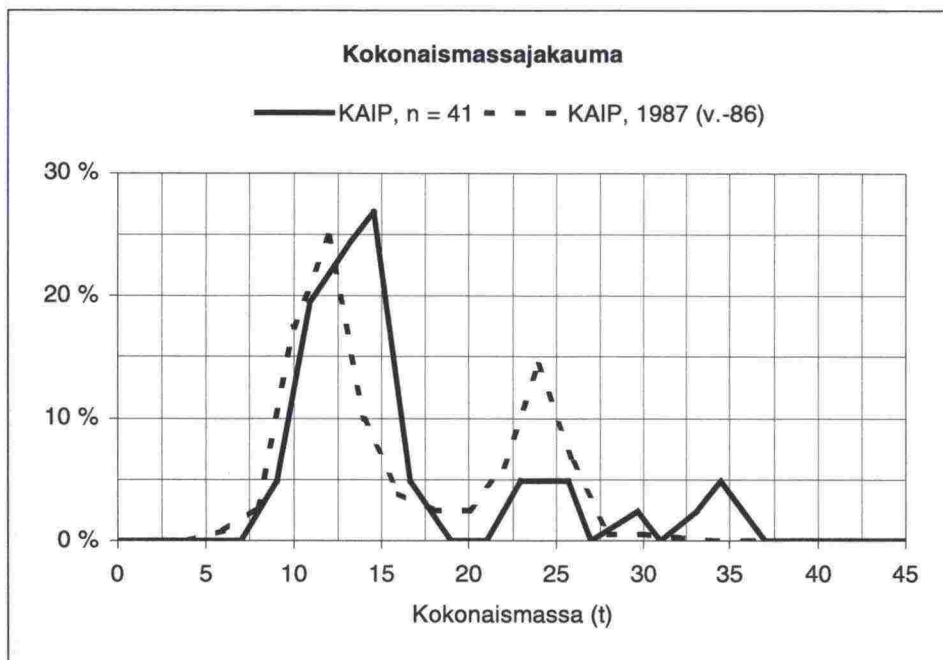
Tämän tutkimuksen havaintoaineistosta lasketut jakaumat on piirretty yhteisellä viivalla ja niiden rinnalla esitetyt vuoden 1986 akselipainotutkimuksen vastaavat jakaumat katkoviivalla.



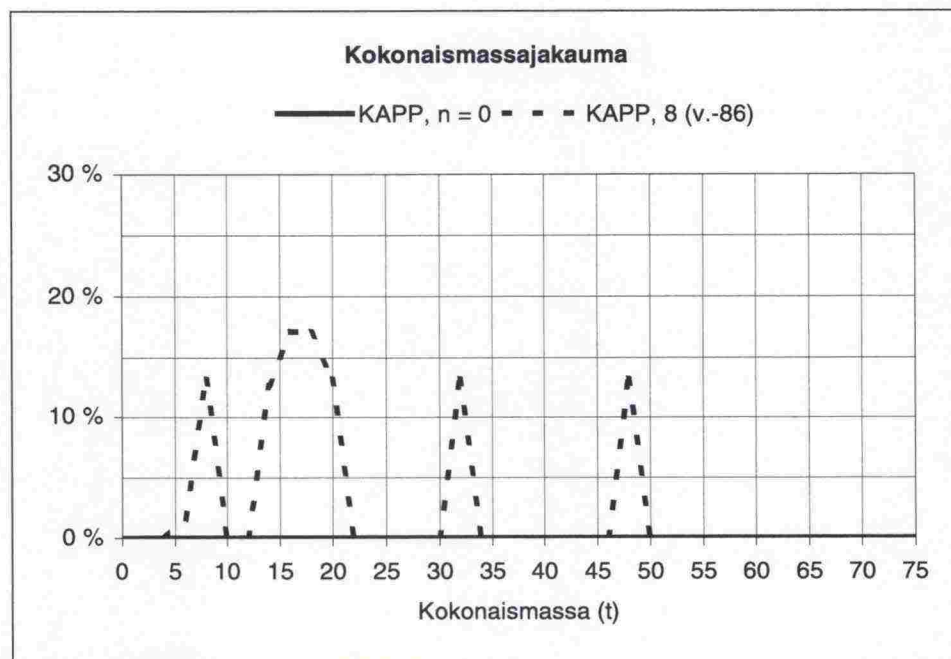
Kuva 6. Sora-tavaralajin akselimassajakaumat.



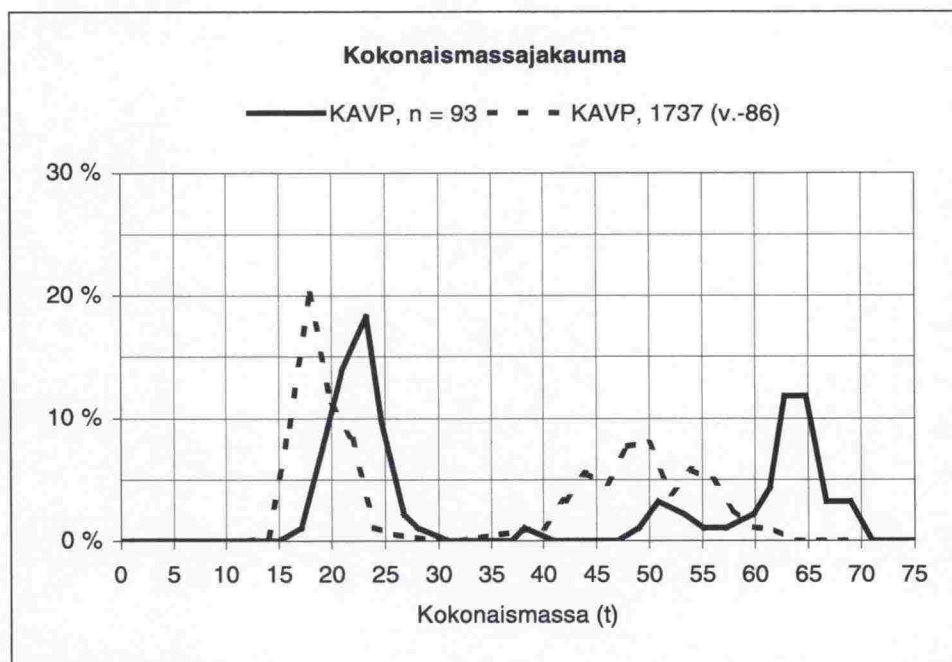
Kuva 7. Sora-tavaralajin telimassajakaumat.



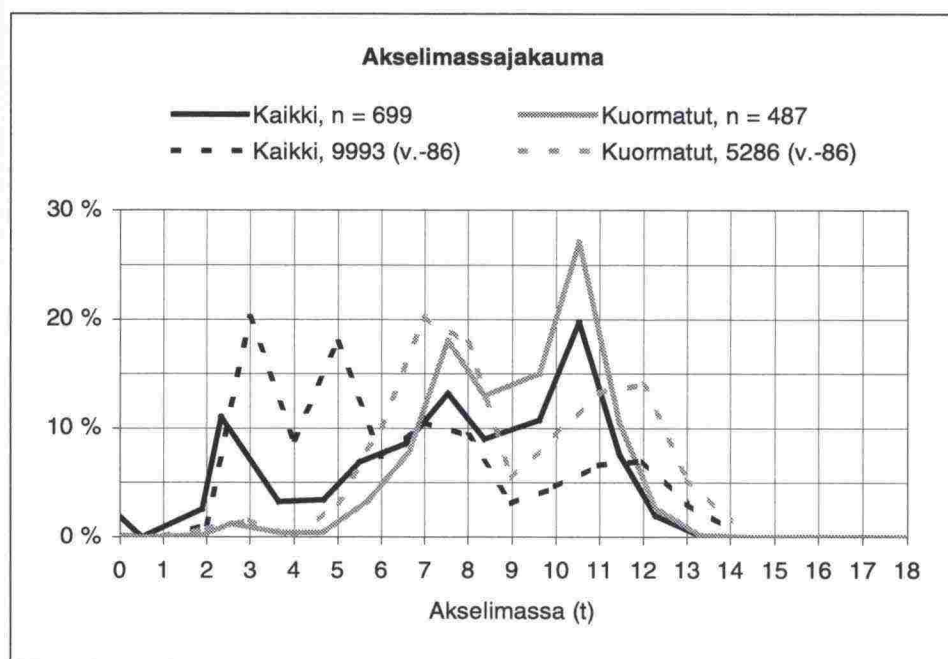
Kuva 8. Sora-tavaralajin KAIP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



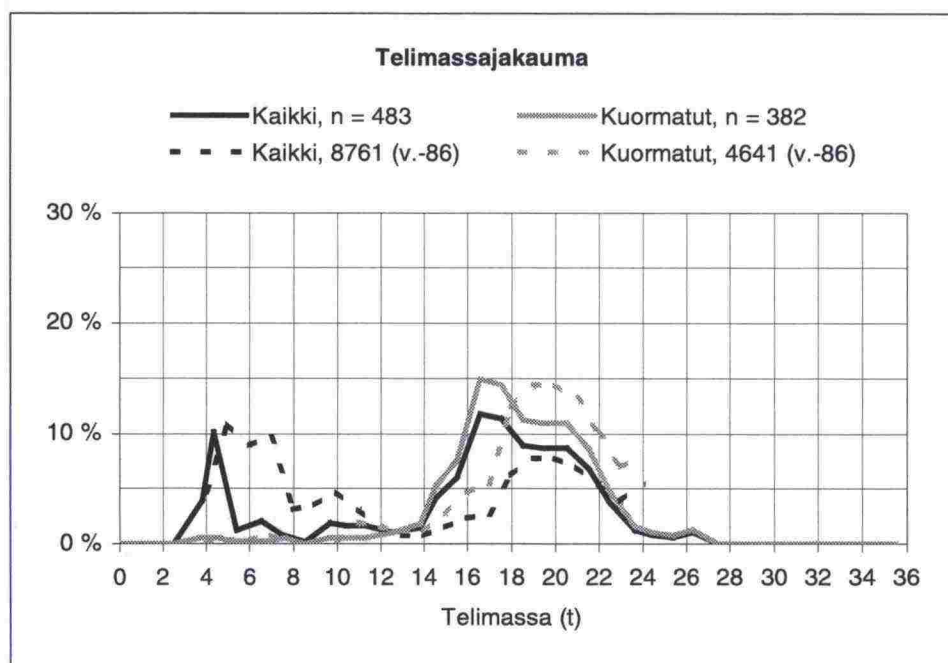
Kuva 9. Sora-tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



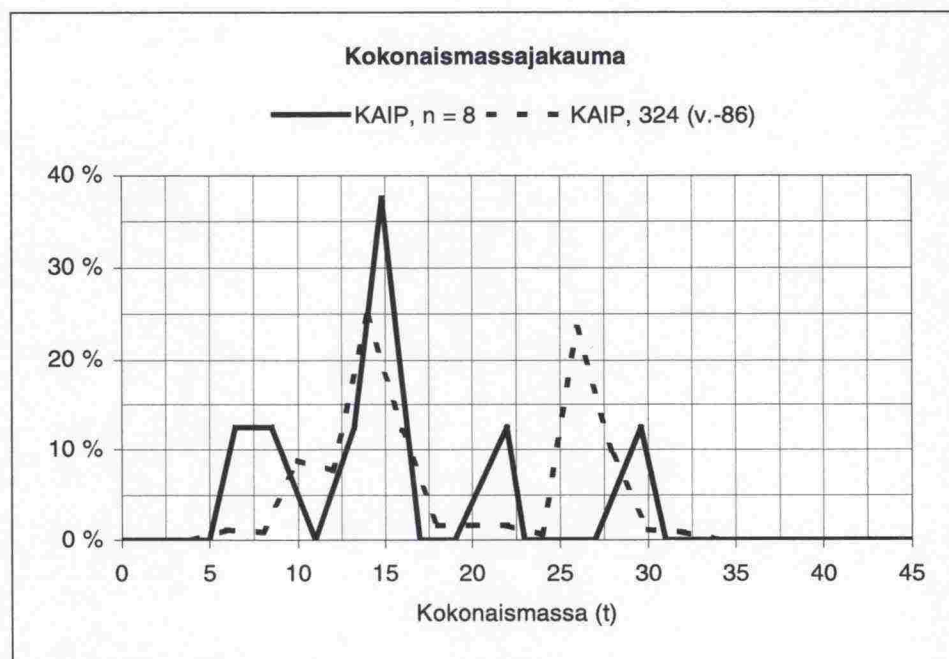
Kuva 10. Sora-tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



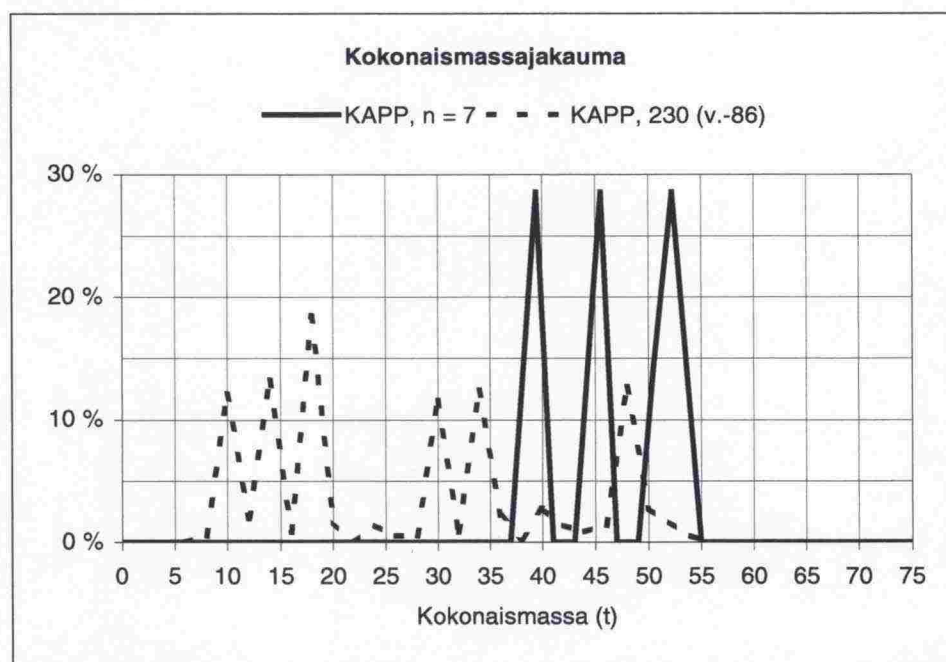
Kuva 11. Tukki- ja kuitupuu -tavaralajin akselimassajakaumat.



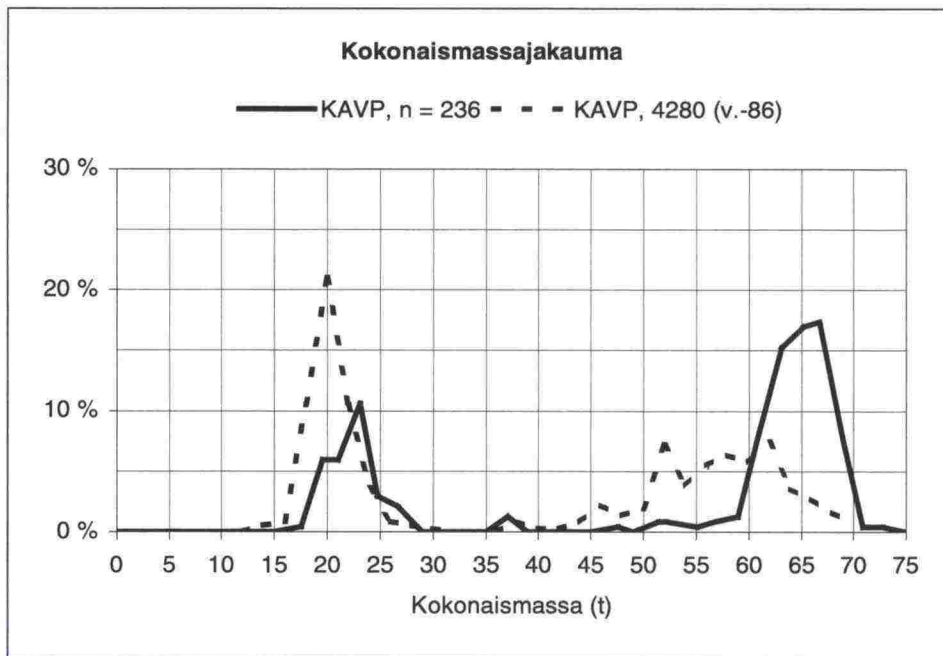
Kuva 12. Tukki- ja kuitupuu -tavaralajin telimassajakaumat.



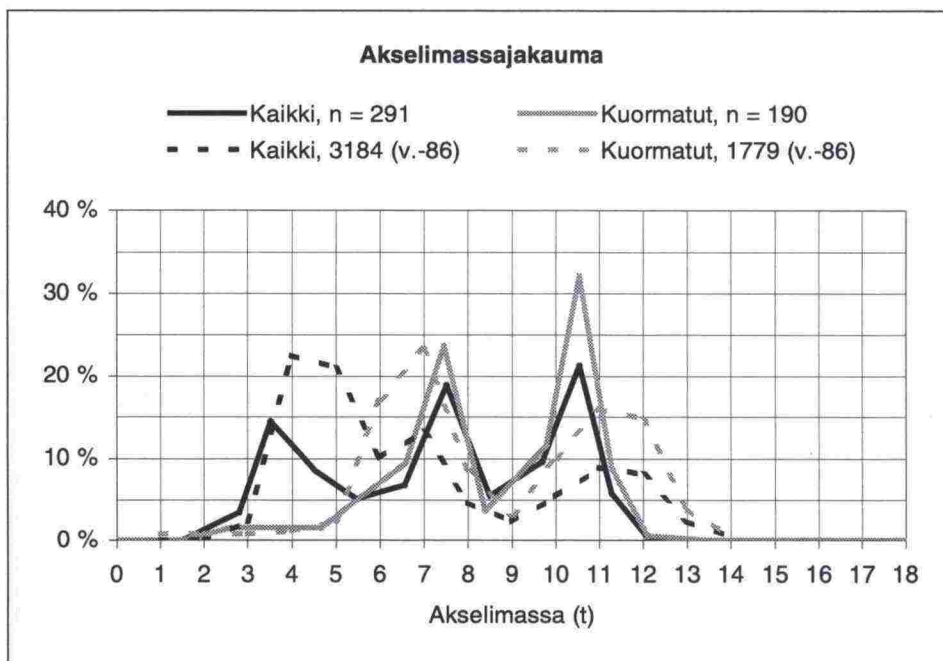
Kuva 13. Tukki- ja kuitupuu -tavaralajin KAIP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



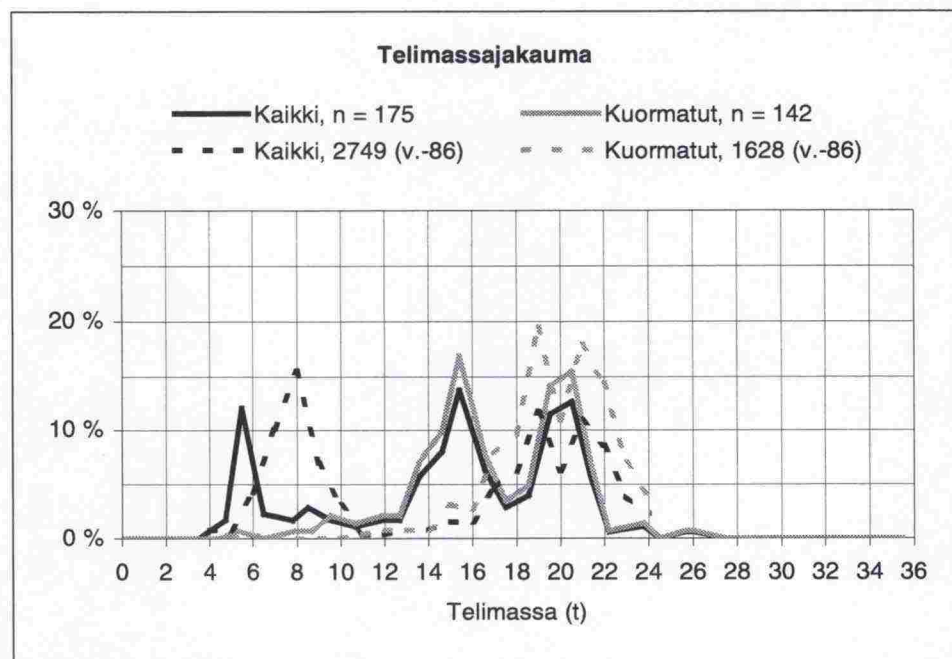
Kuva 14. Tukki- ja kuitupuu -tavaralajin KAPP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



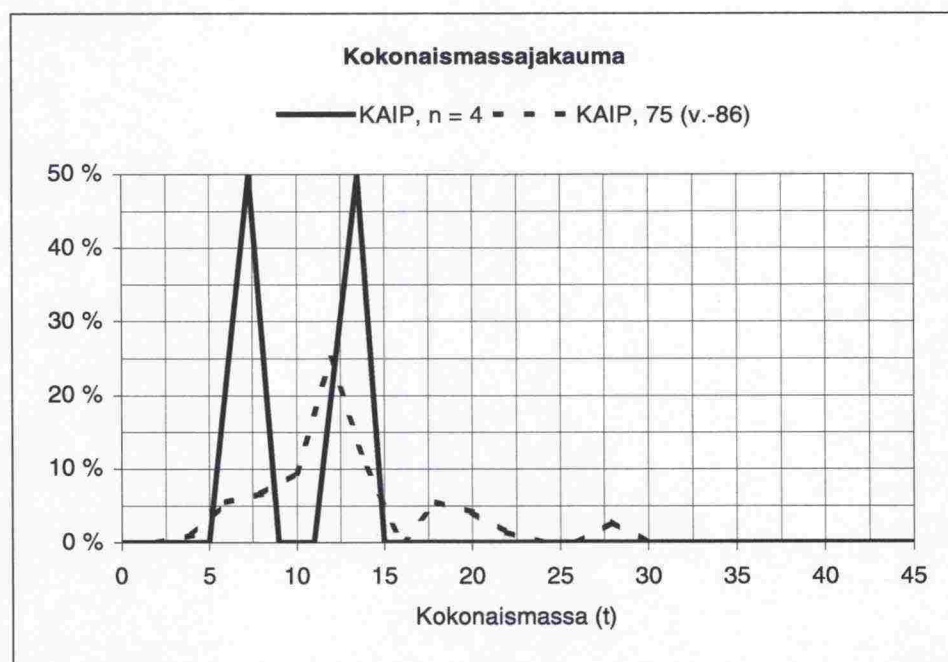
Kuva 15. Tukki- ja kuitupuu -tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



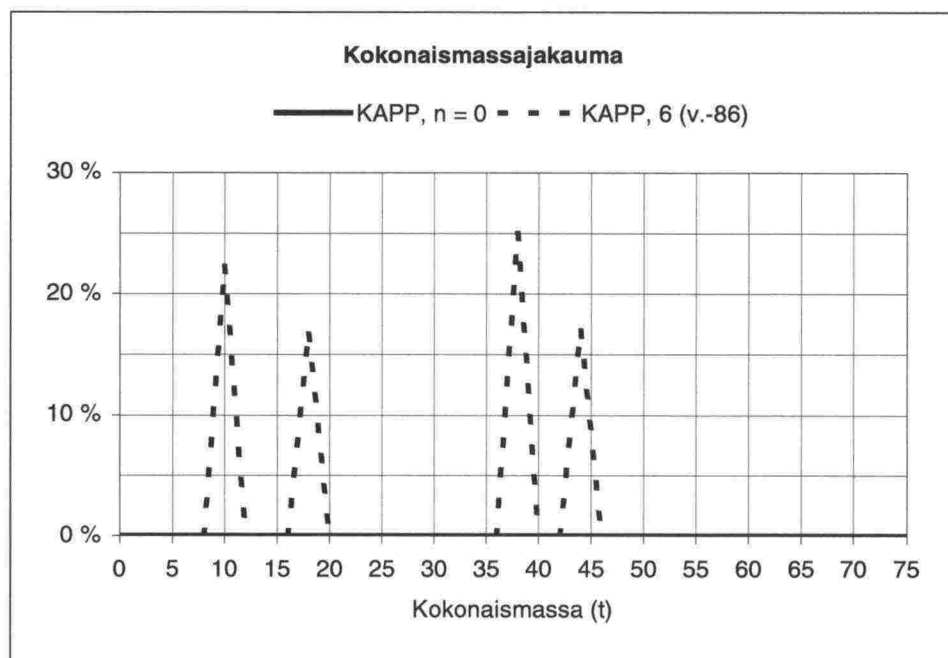
Kuva 16. Hake ja puru -tavaralajin akselimassajakaumat.



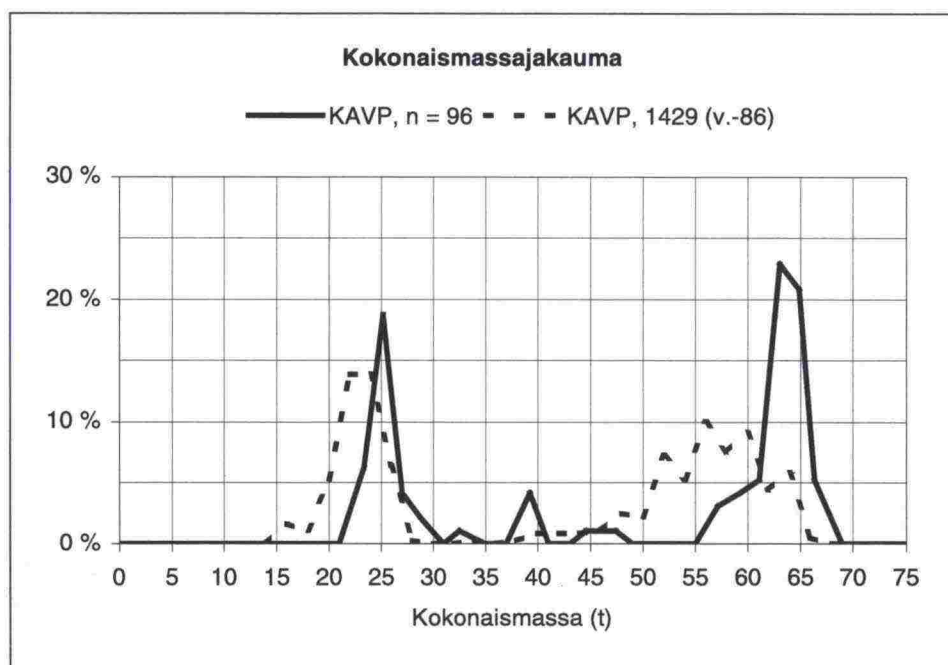
Kuva 17. Hake ja puru -tavaralajin telimassajakaumat.



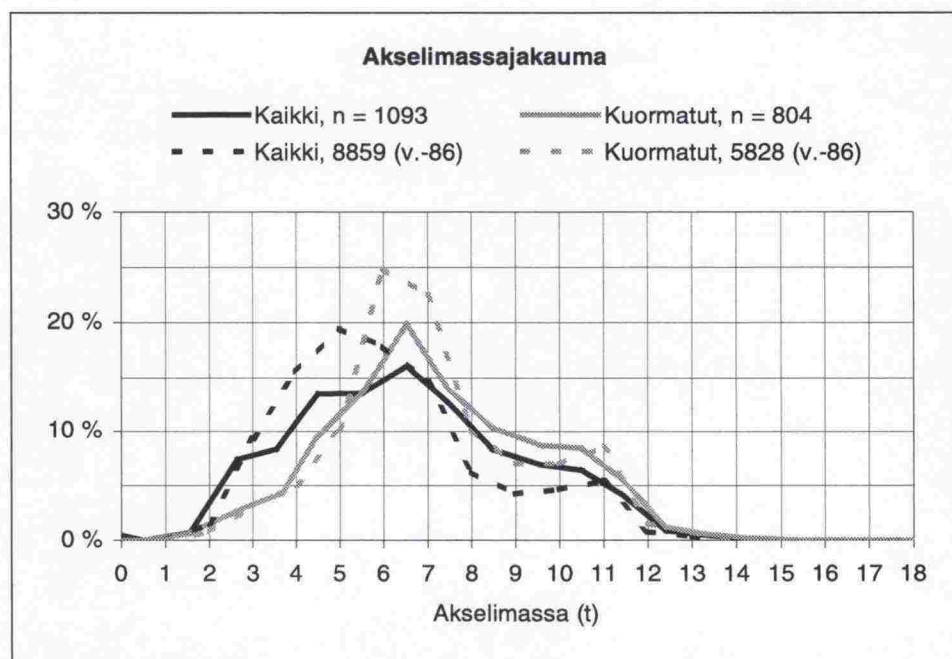
Kuva 18. Hake ja puru -tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



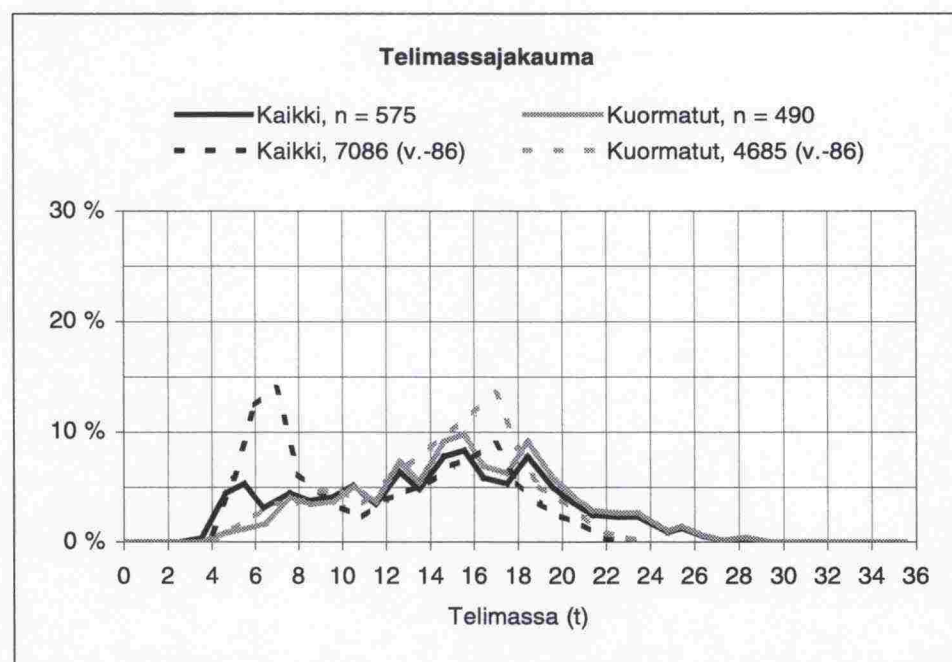
Kuva 19. Hake ja puru -tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



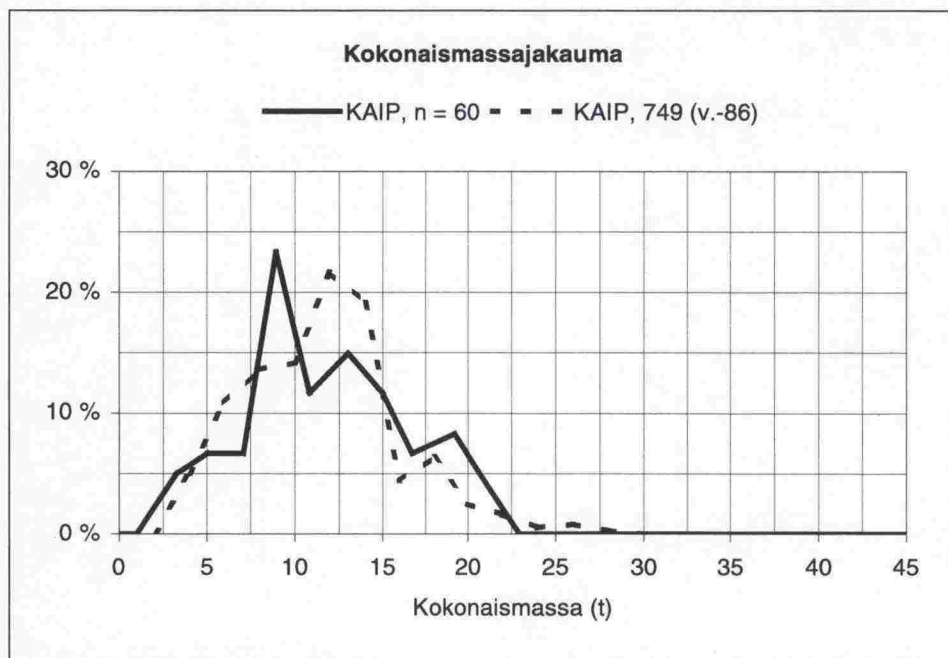
Kuva 20. Hake ja puru -tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



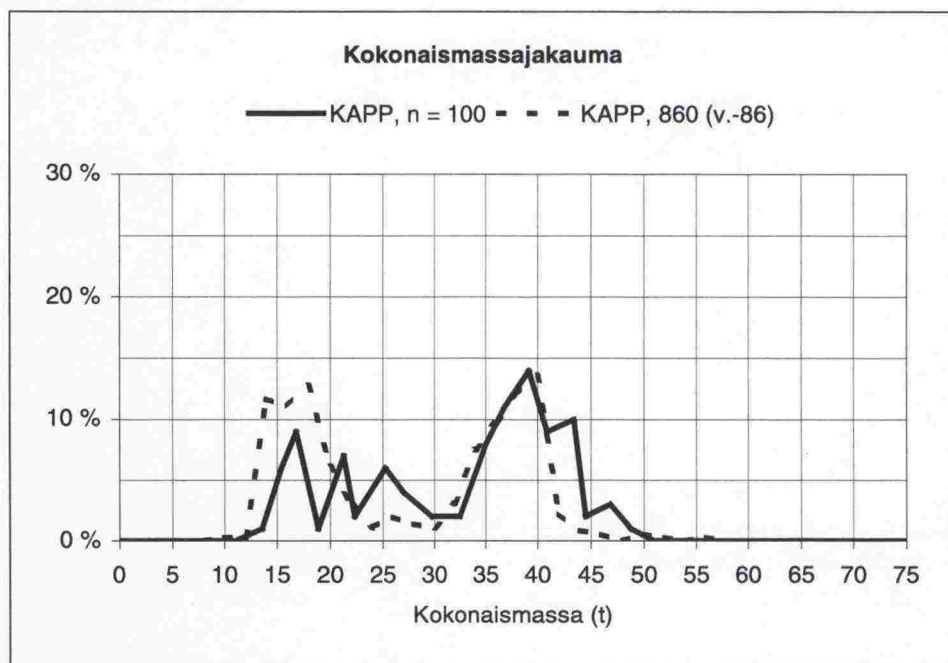
Kuva 21. Metsäteollisuustuotteet-tavaralajin akselimassajakaumat.



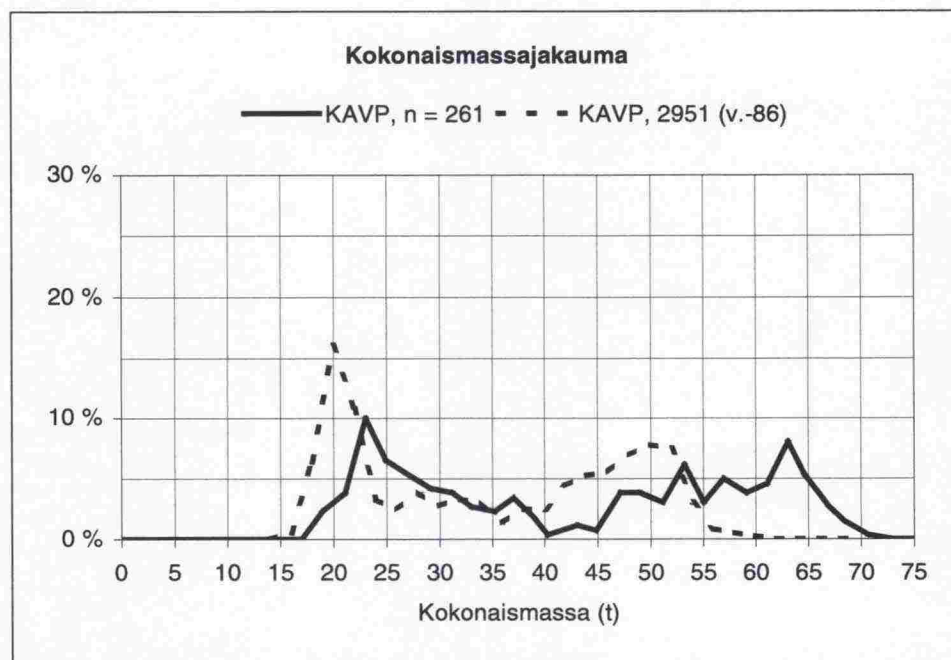
Kuva 22. Metsäteollisuustuotteet-tavaralajin telimassajakaumat.



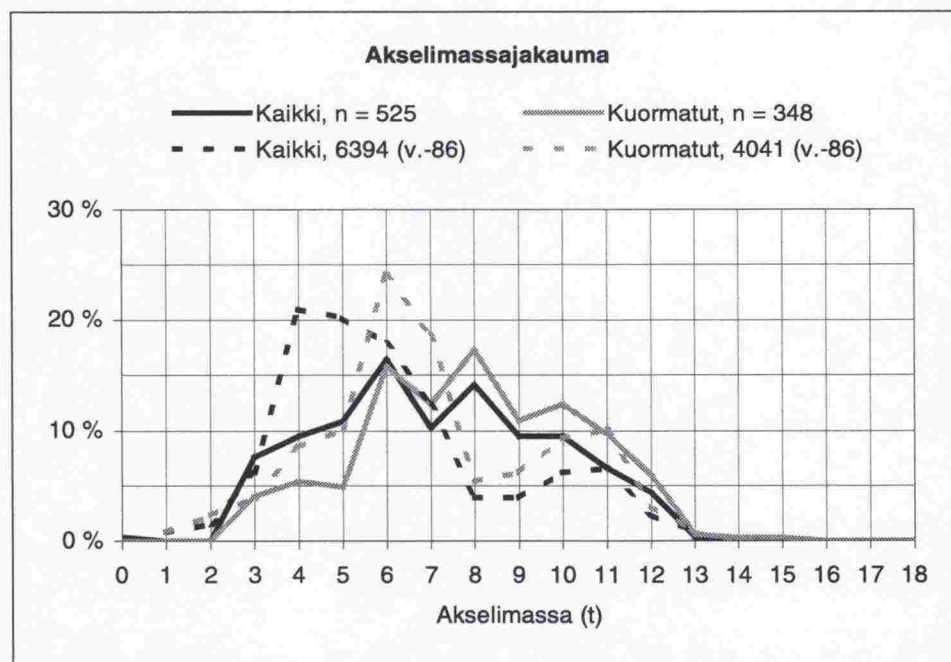
Kuva 23. Metsäteollisuustuotteet-tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



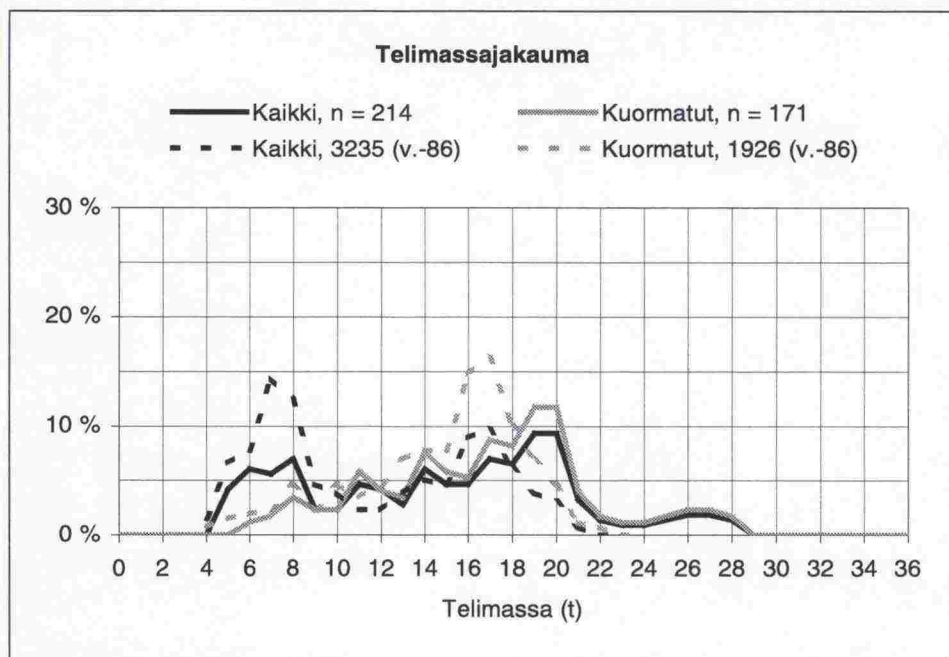
Kuva 24. Metsäteollisuustuotteet-tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



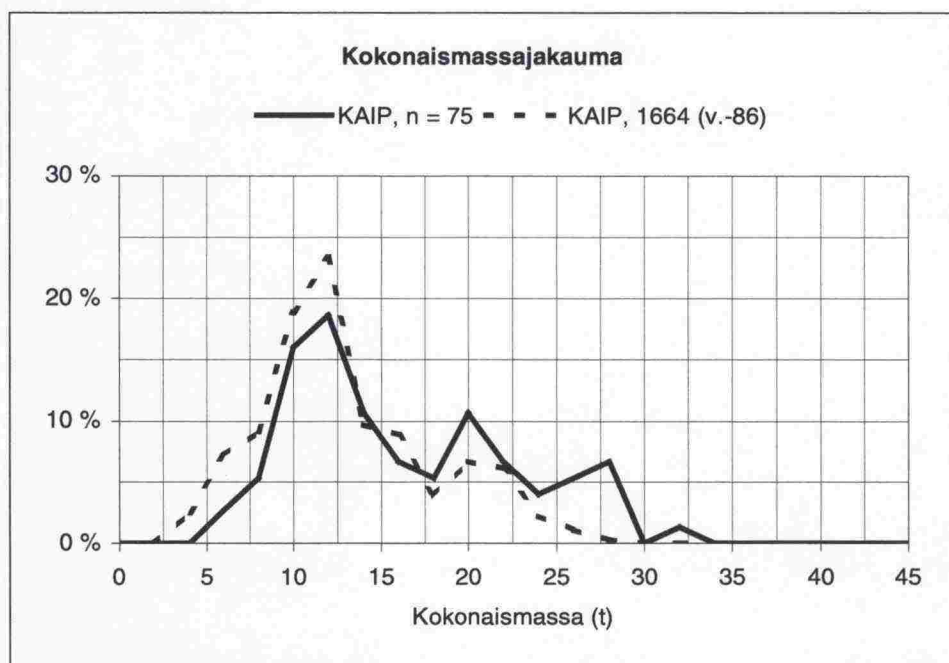
Kuva 25. Metsäteollisuustuotteet-tavaralajin KAVP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



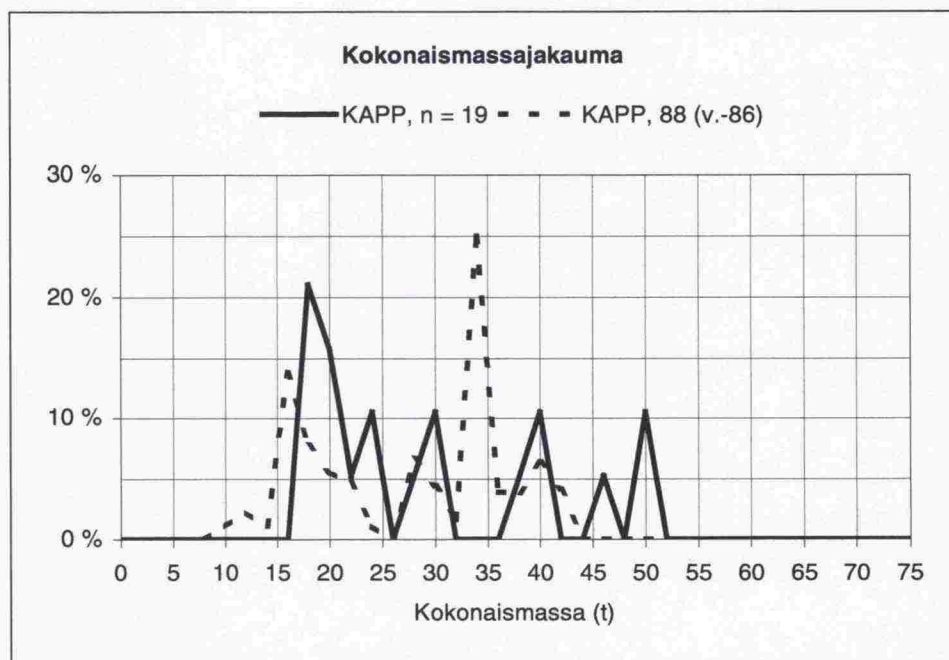
Kuva 26. Maataloustuotteet-tavaralajin akselimassajakaumat.



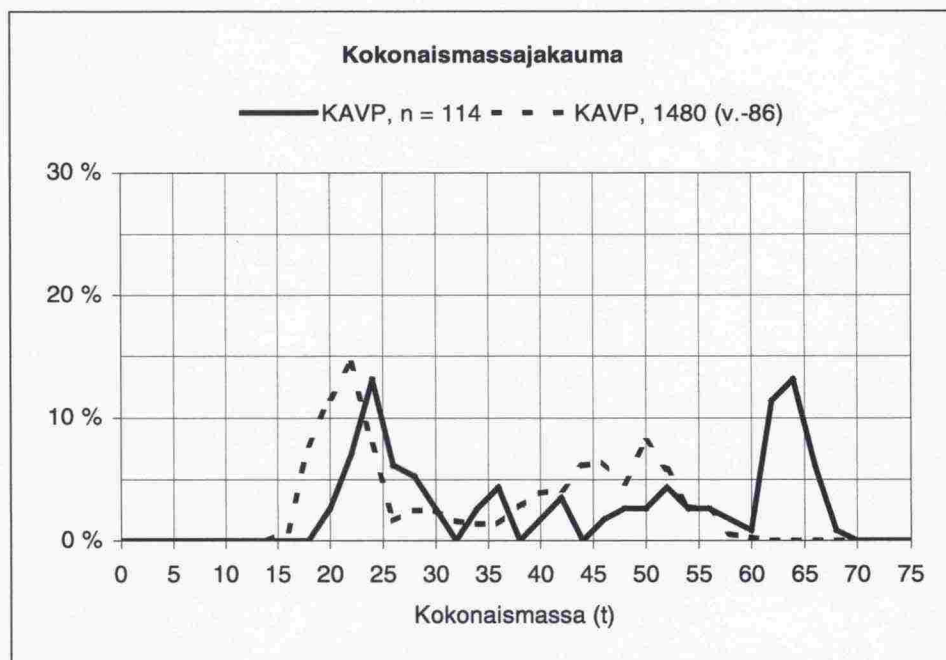
Kuva 27. Maataloustuotteet-tavaralajin telimassajakaumat.



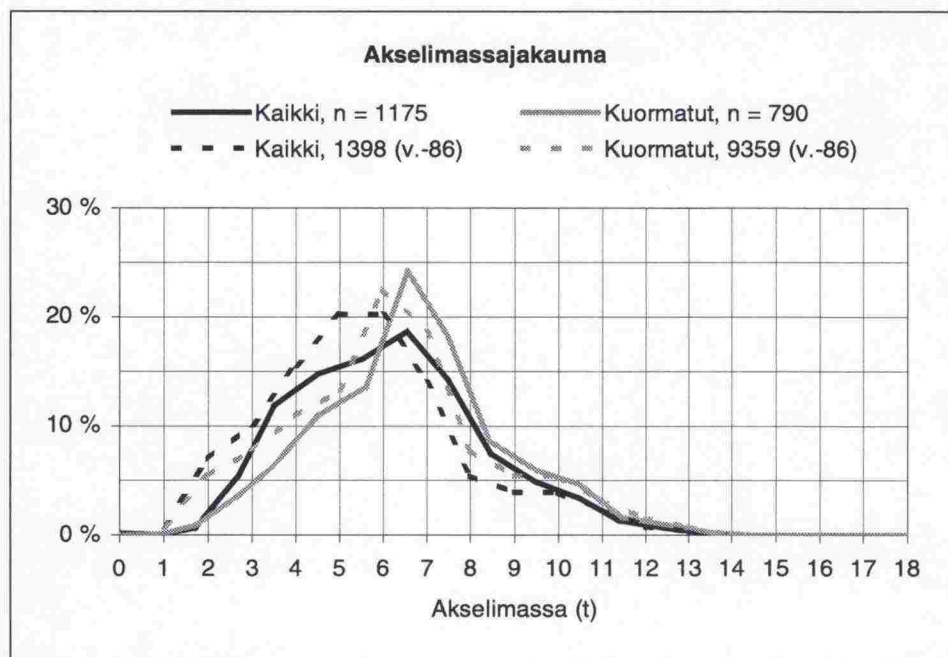
Kuva 28. Maataloustuotteet-tavaralajin KAIP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



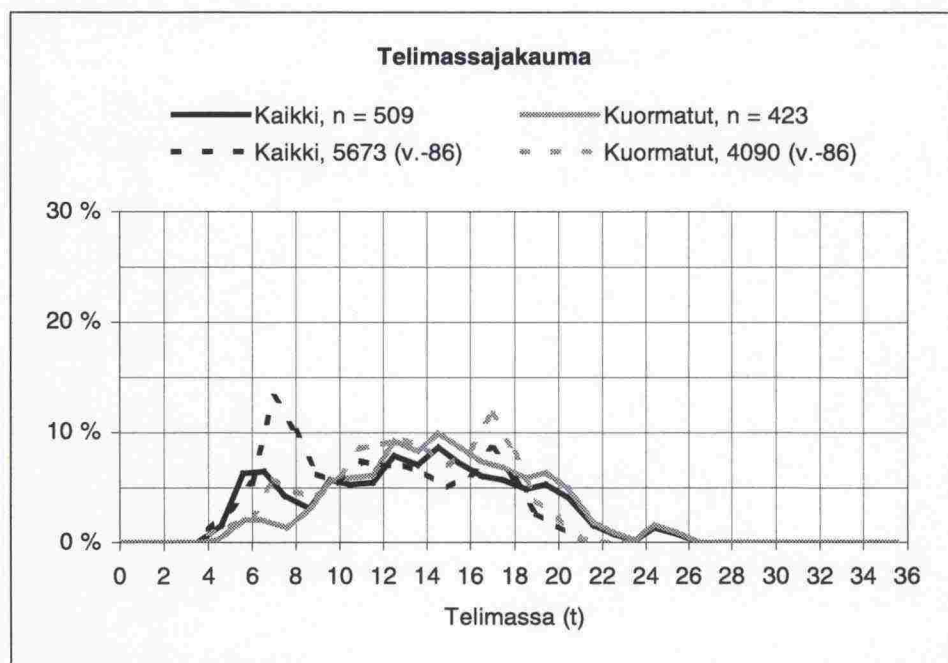
Kuva 29. Maataloustuotteet-tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



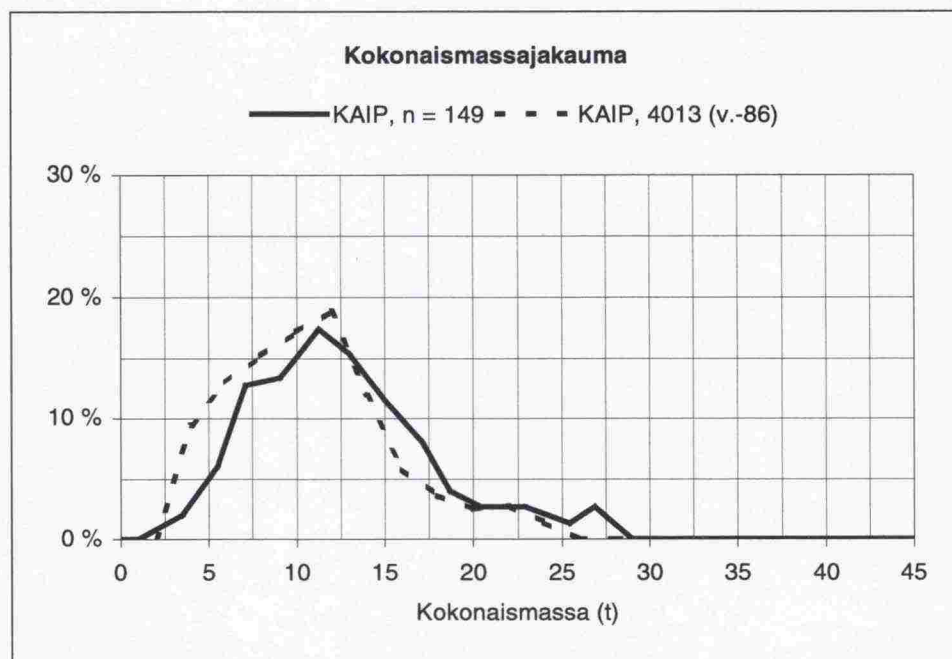
Kuva 30. Maataloustuotteet-tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



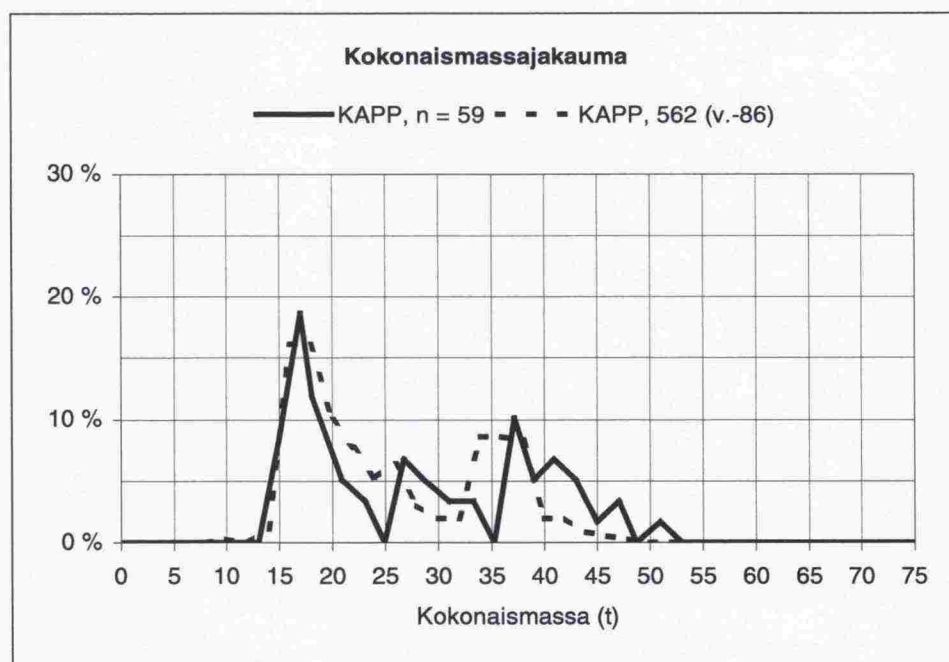
Kuva 31. Elintarvikkeet-tavaralajin akselimassajakaumat.



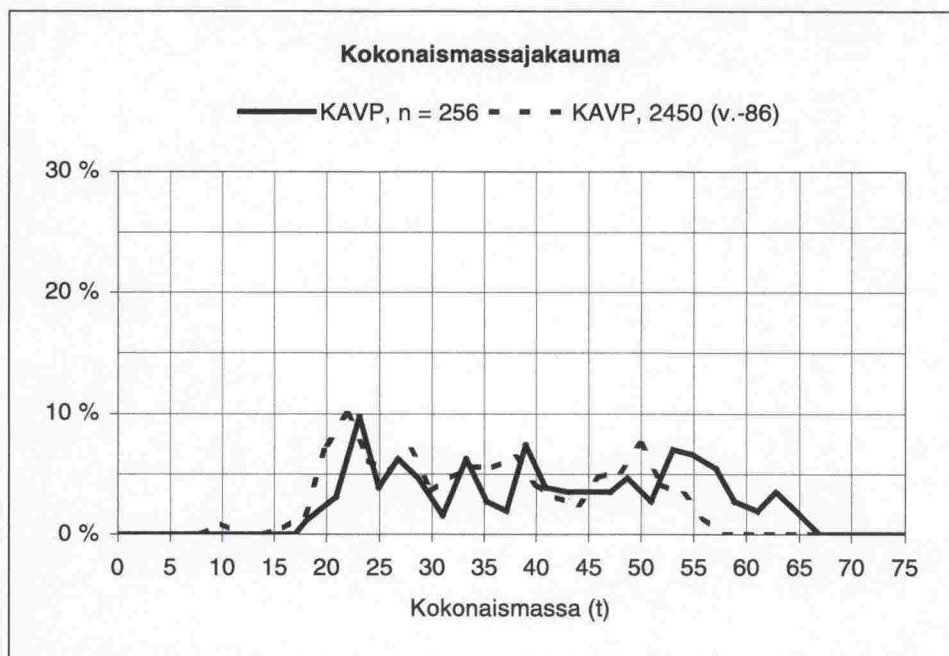
Kuva 32. Elintarvikkeet-tavaralajin telimassajakaumat.



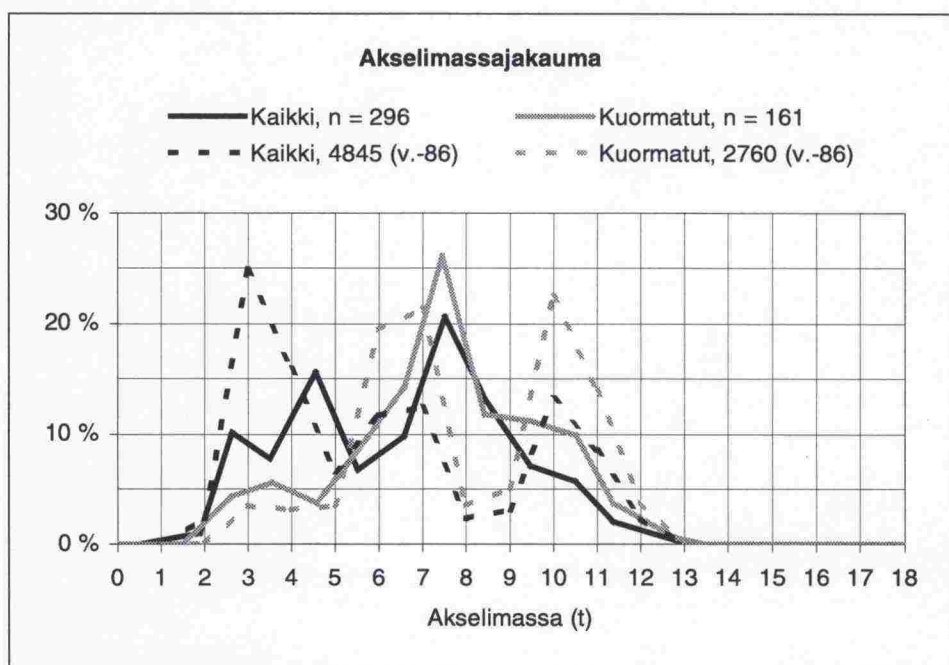
Kuva 33. Elintarvikkeet-tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



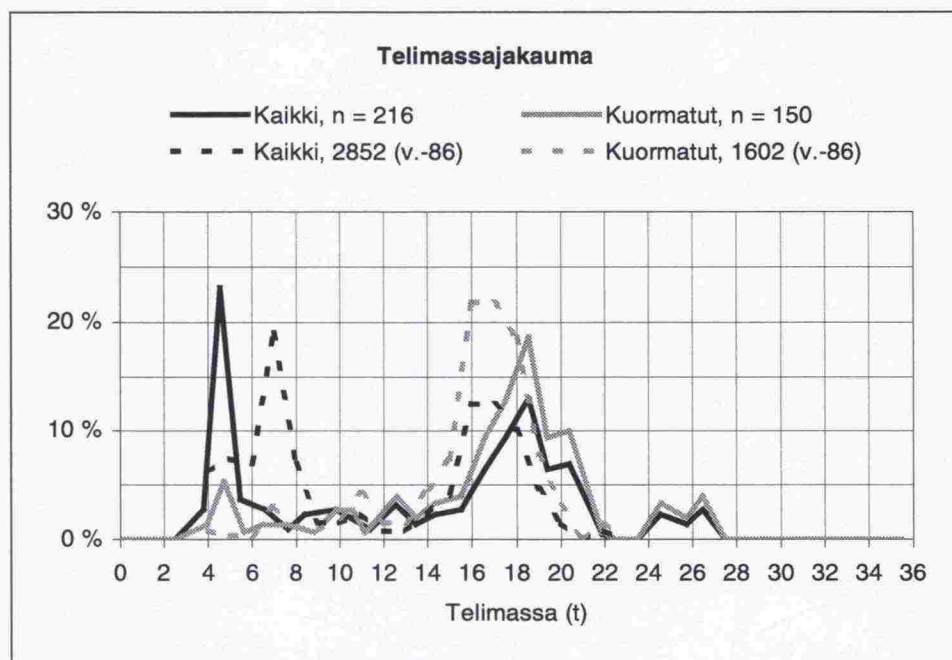
Kuva 34. Elintarvikkeet-tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



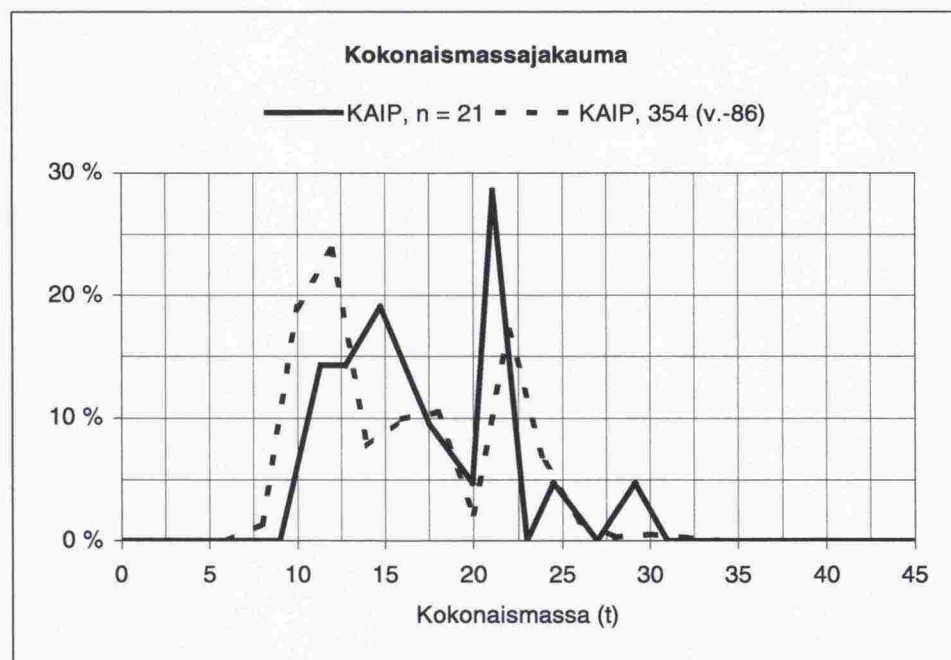
Kuva 35. Elintarvikkeet-tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



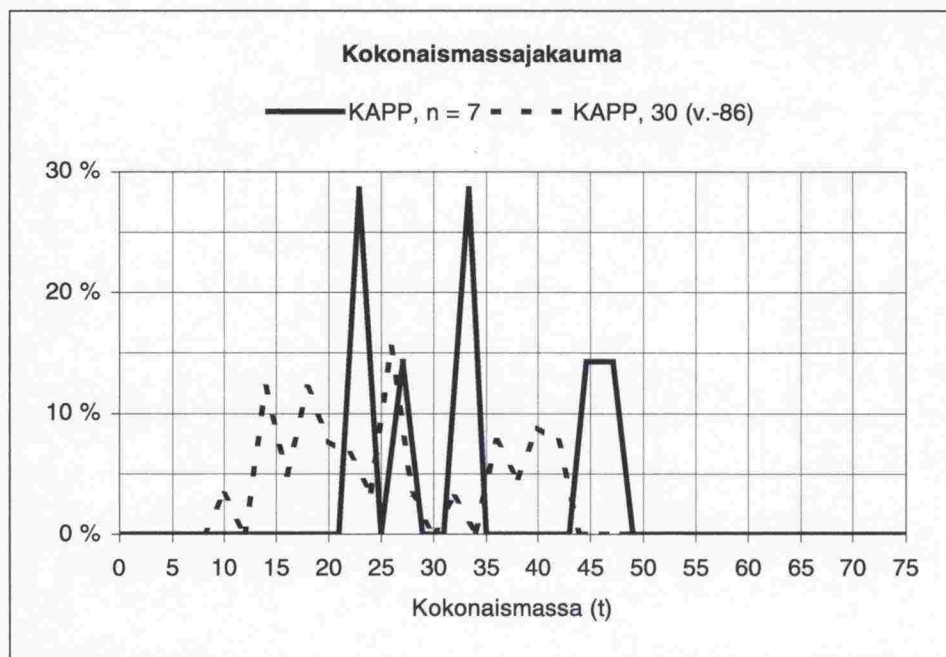
Kuva 36. Nestemäiset polttoaineet –tavaralajin akselimassajakaumat.



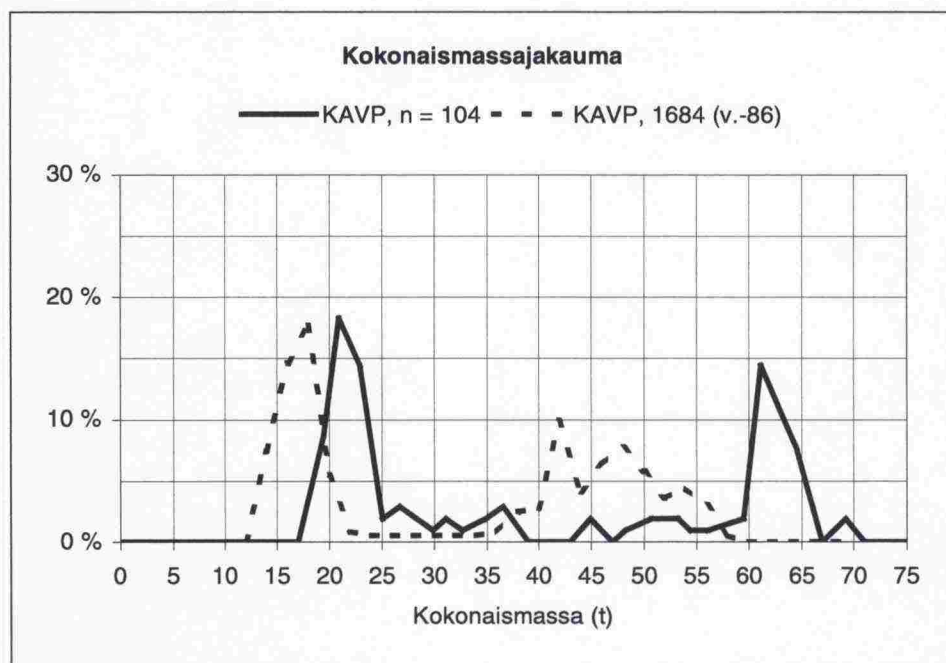
Kuva 37. Nestemäiset polttoaineet –tavaralajin telimassajakaumat.



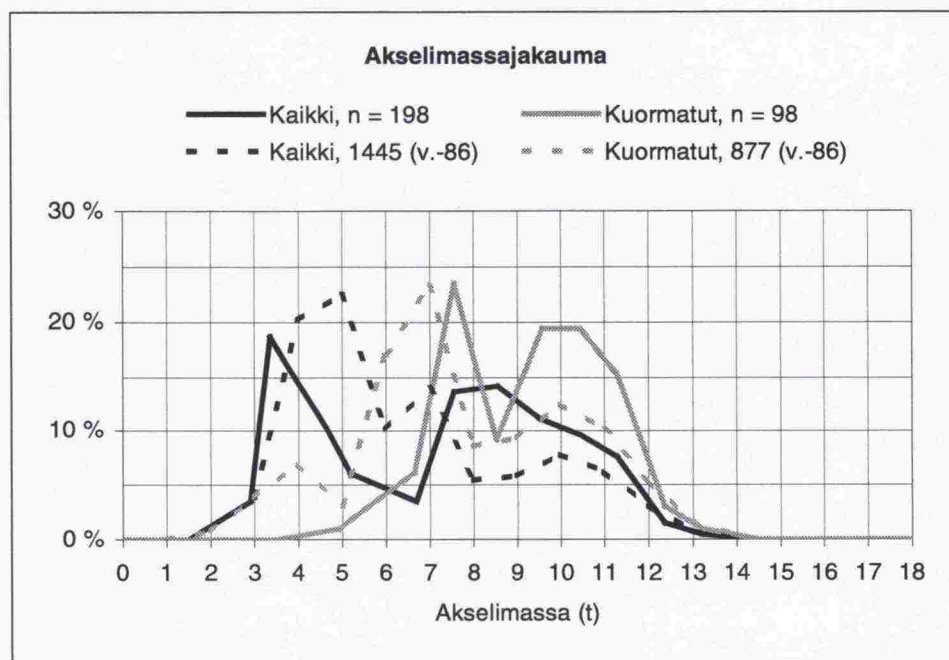
Kuva 38. Nestemäiset polttoaineet –tavaralajin KAIP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



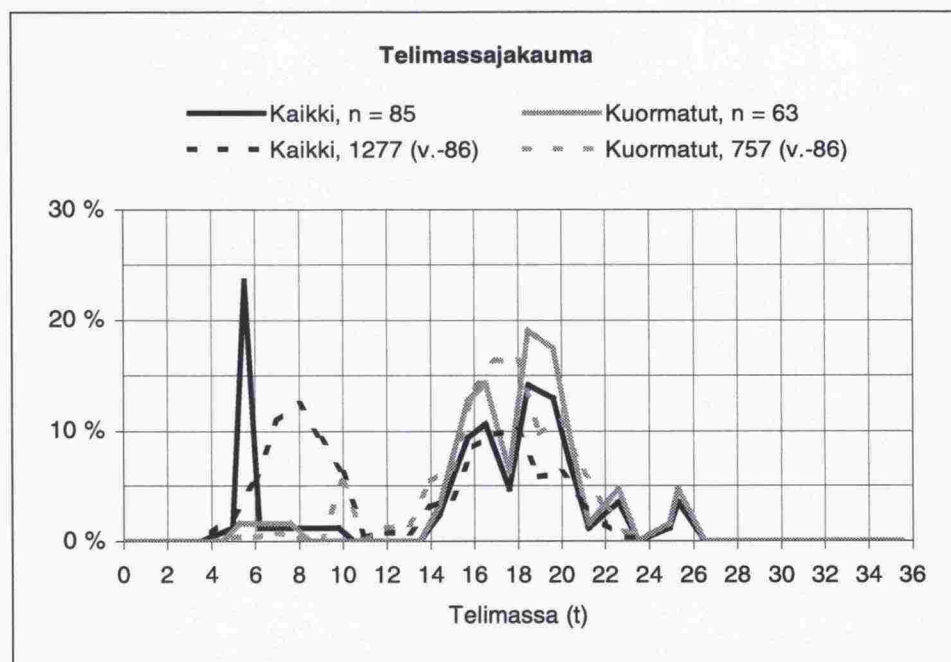
Kuva 39. Nestemäiset polttoaineet –tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



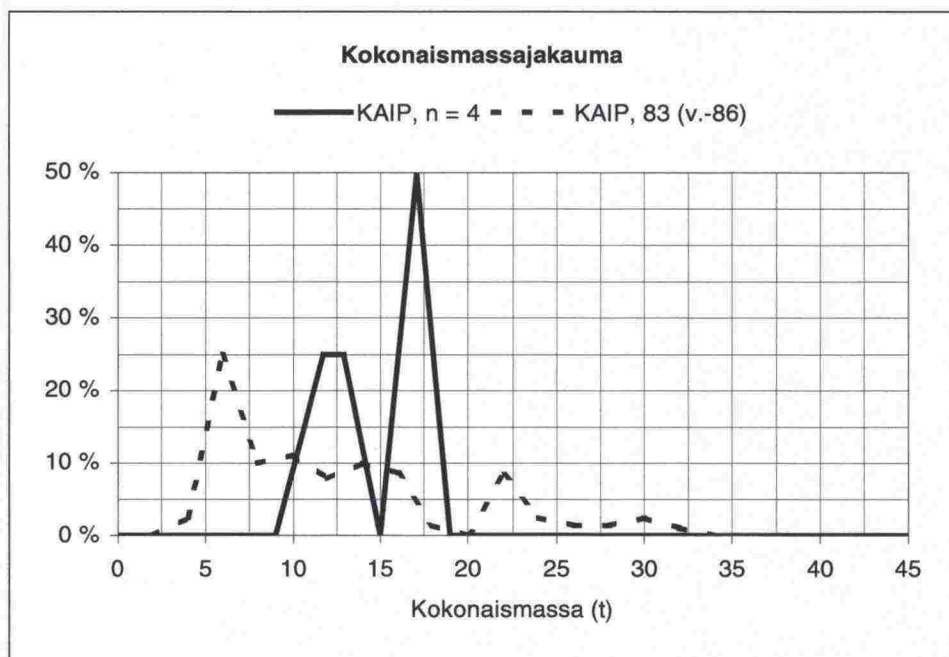
Kuva 40. Nestemäiset polttoaineet –tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



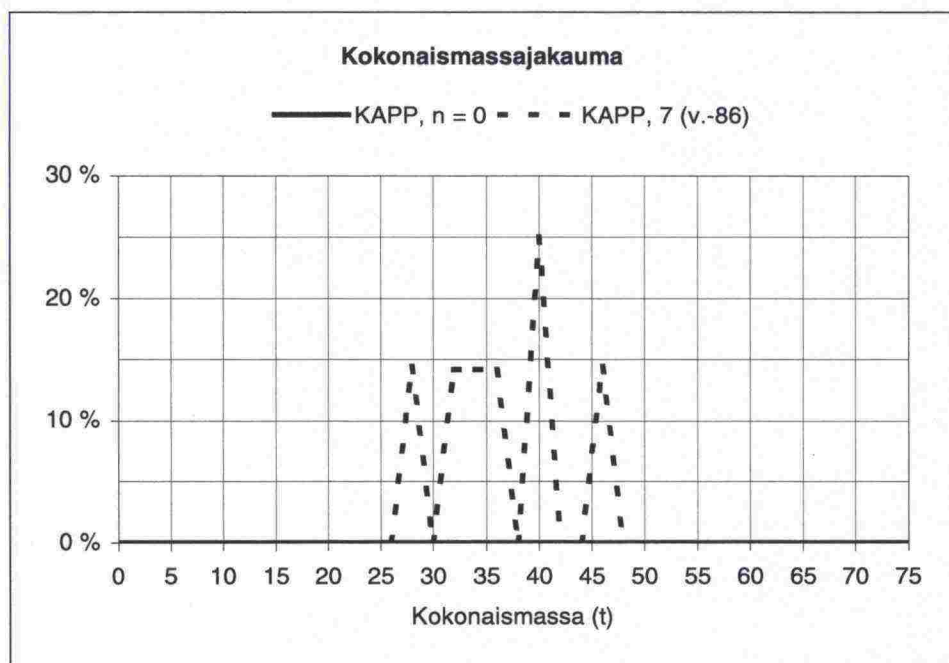
Kuva 41. Turve, kivihiili ja koksi –tavaralajin akselimassajakaumat.



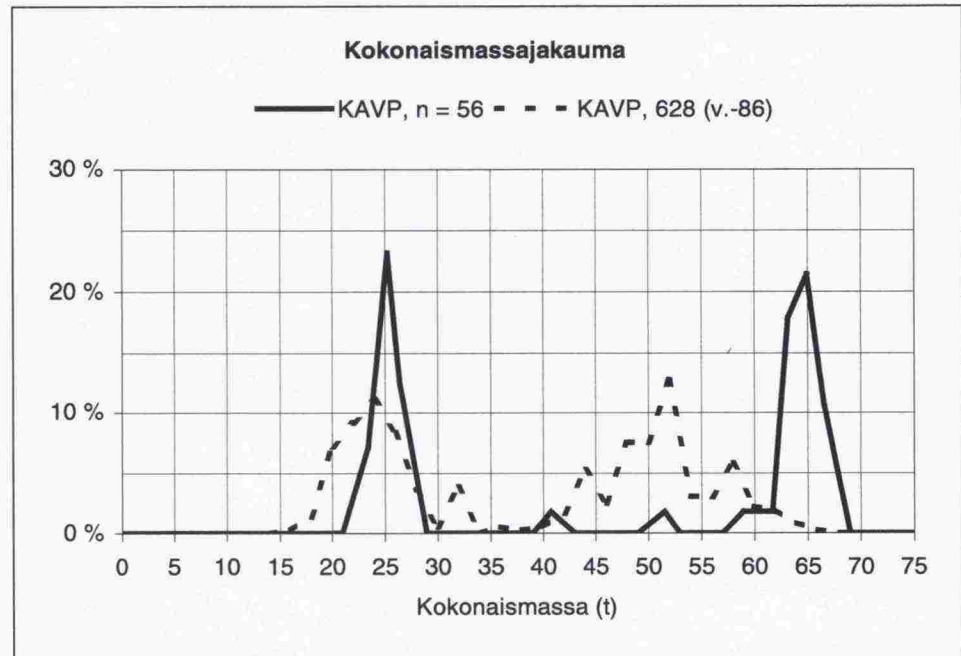
Kuva 42. Turve, kivihiili ja koksi –tavaralajin telimassajakaumat.



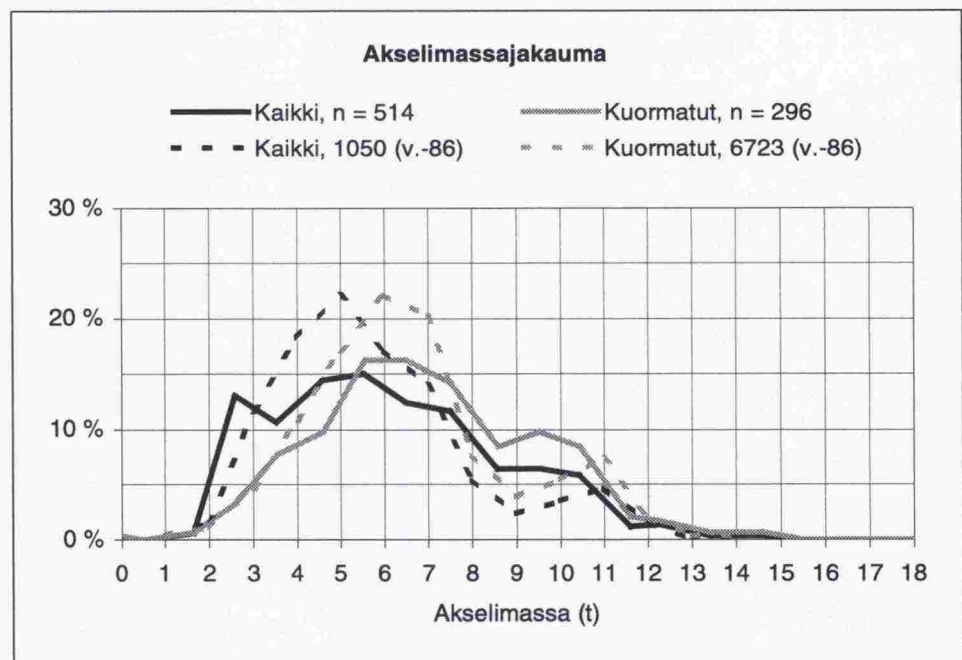
Kuva 43. Turve, kivihiili ja koksi –tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



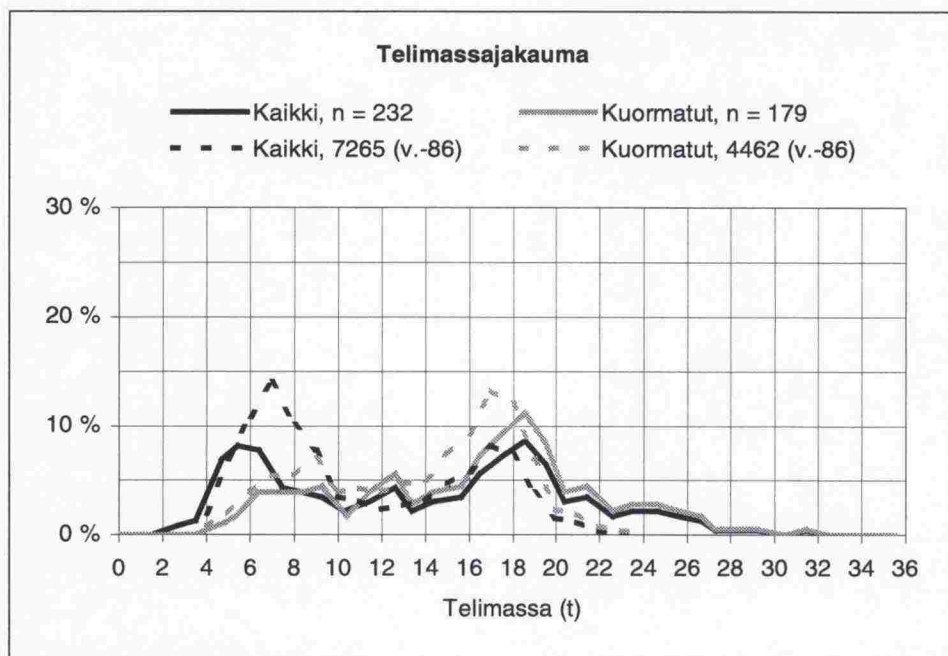
Kuva 44. Turve, kivihiili ja koksi –tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



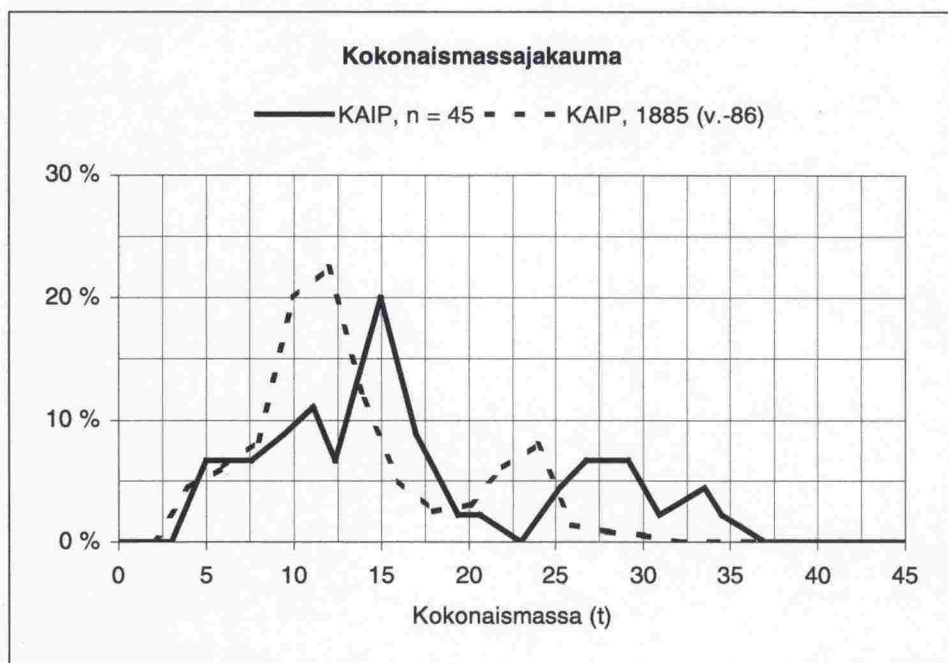
Kuva 45. Turve, kivihiili ja koksi –tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



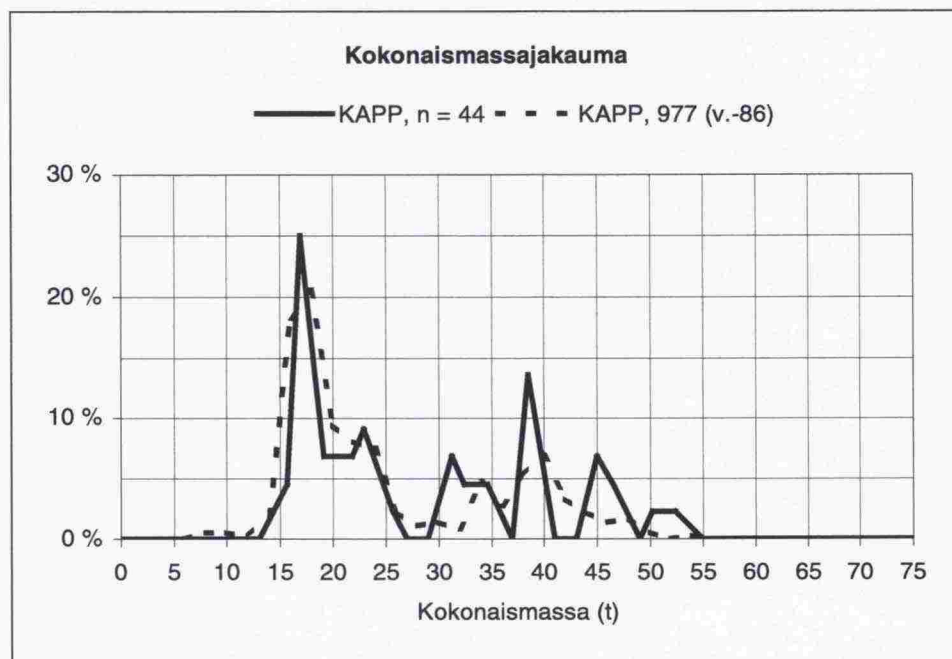
Kuva 46. Rakennusaineet ja –tuotteet –tavaralajin akselimassajakaumat.



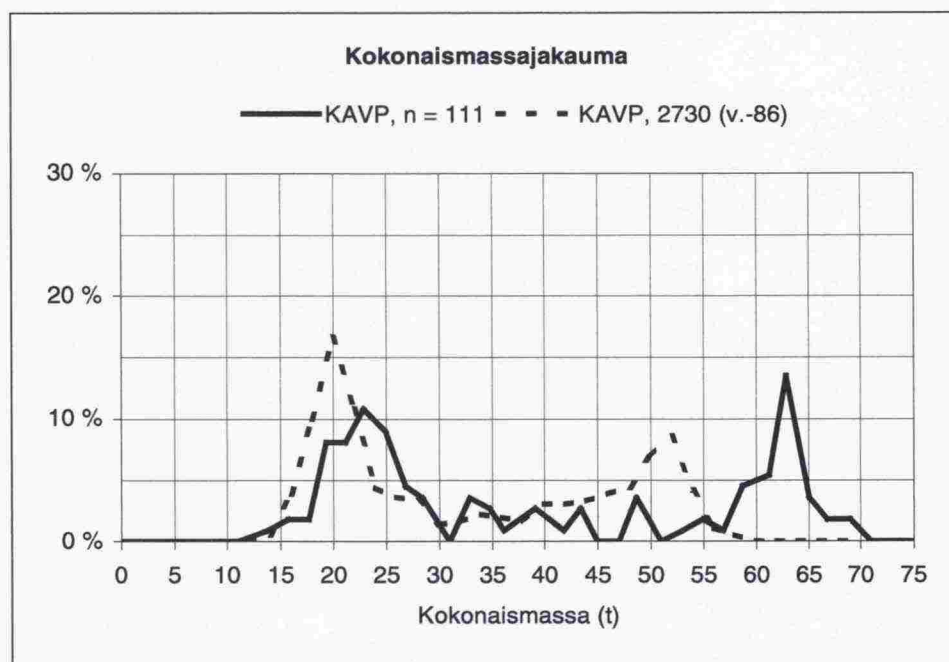
Kuva 47. Rakennusaineet ja -tuotteet -tavaralajin telimassajakaumat.



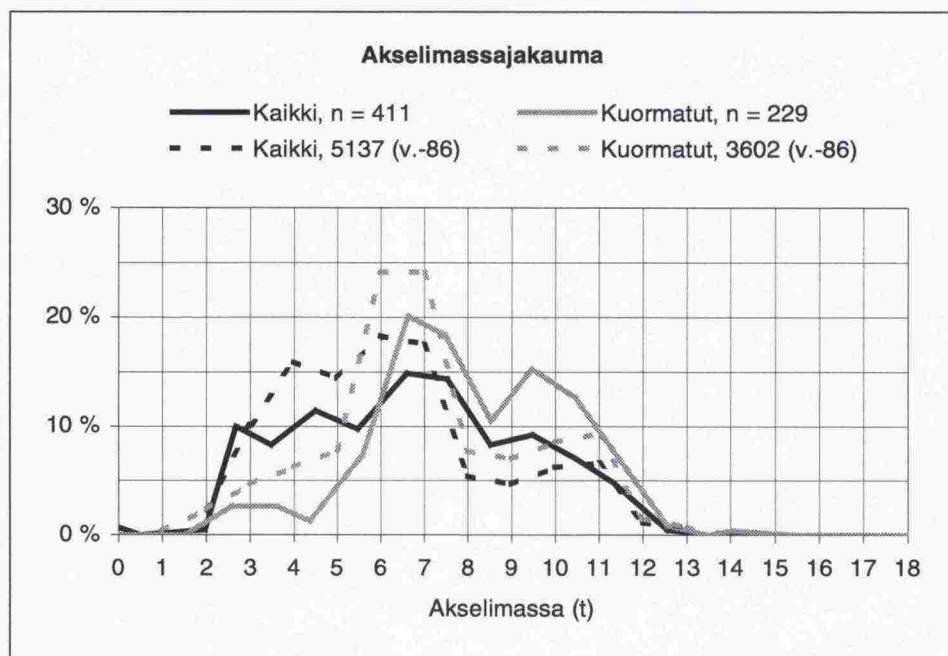
Kuva 48. Rakennusaineet ja -tuotteet -tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



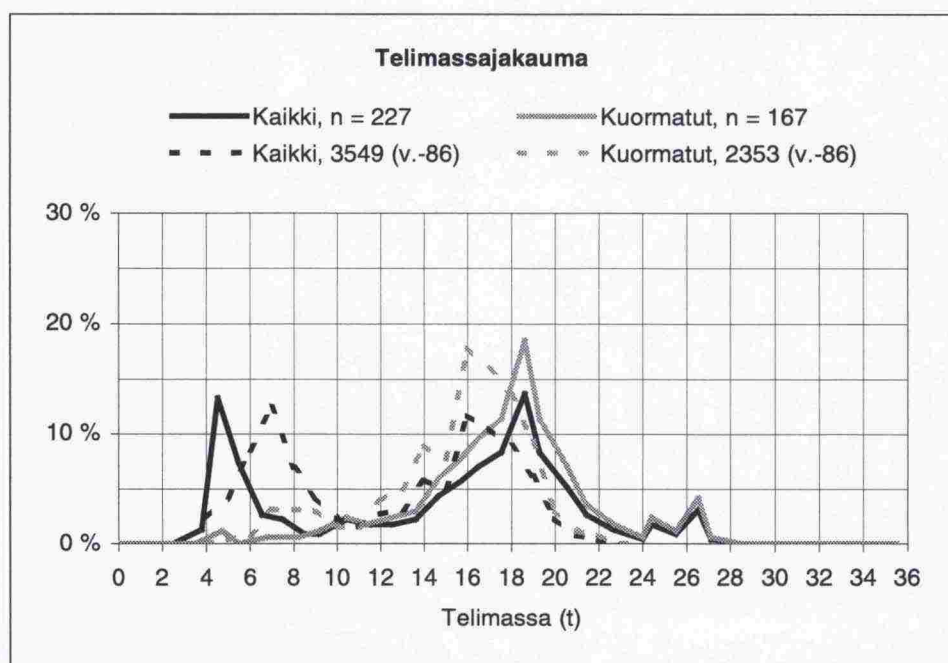
Kuva 49. Rakennusaineet ja -tuotteet -tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



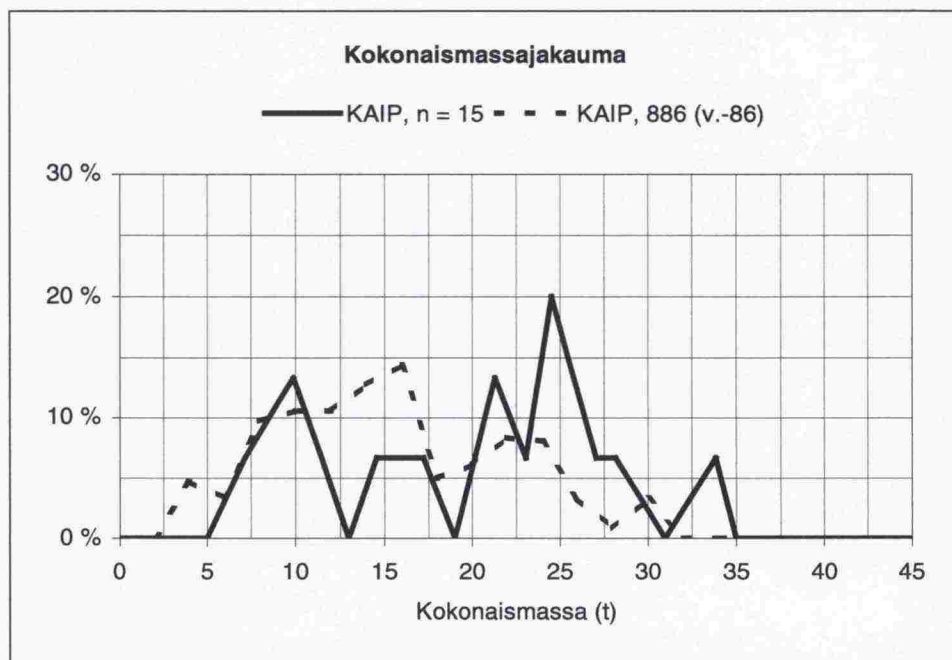
Kuva 50. Rakennusaineet ja -tuotteet -tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



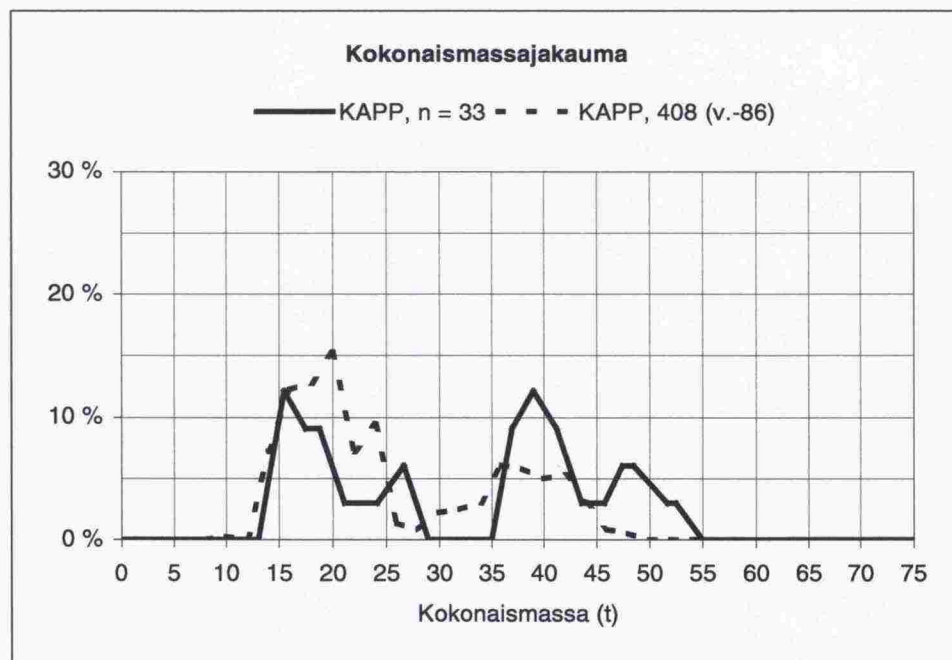
Kuva 51. Kemian teollisuuden tuotteet –tavaralajin akselimassajakaumat.



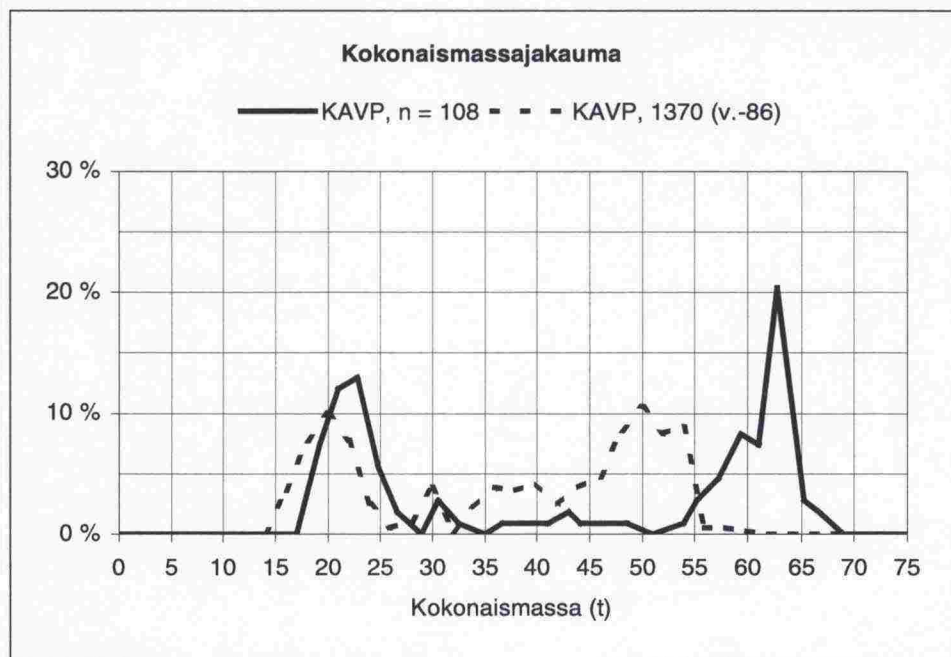
Kuva 52. Kemian teollisuuden tuotteet –tavaralajin telimassajakaumat.



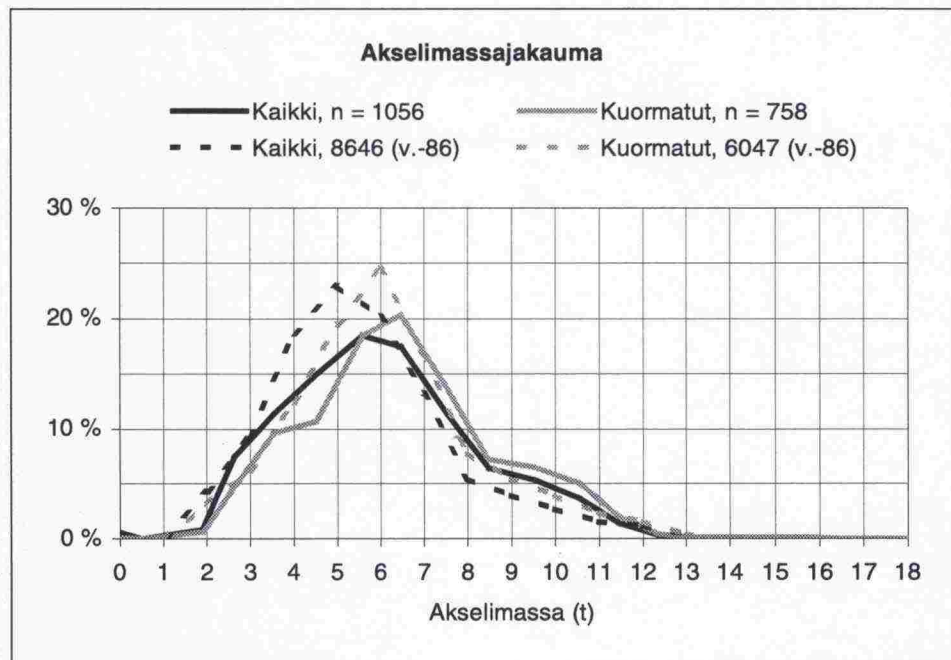
Kuva 53. Kemian teollisuuden tuotteet –tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



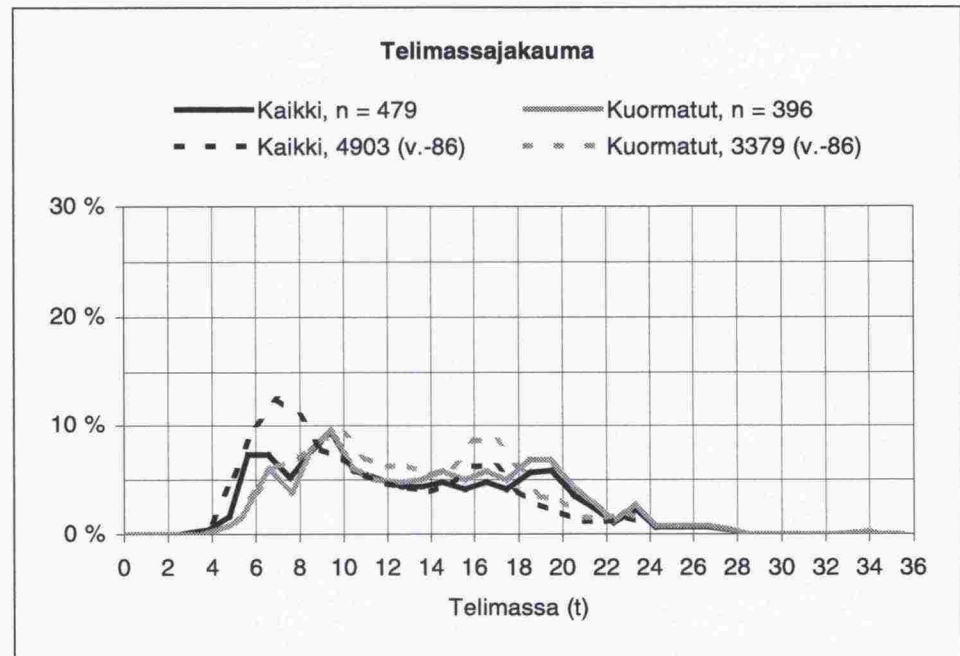
Kuva 54. Kemian teollisuuden tuotteet –tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



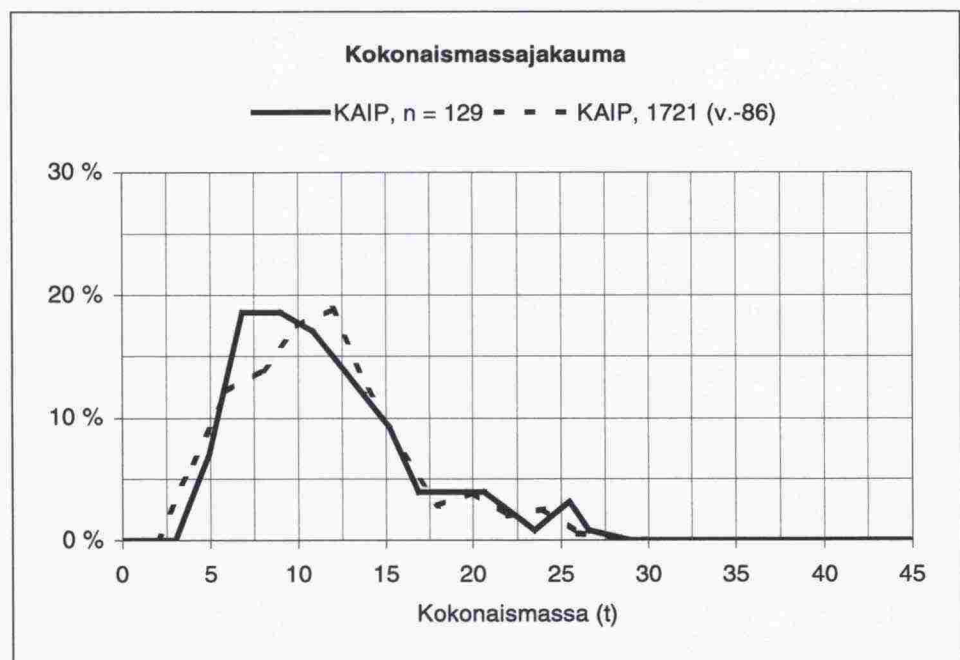
Kuva 55. Kemian teollisuuden tuotteet –tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



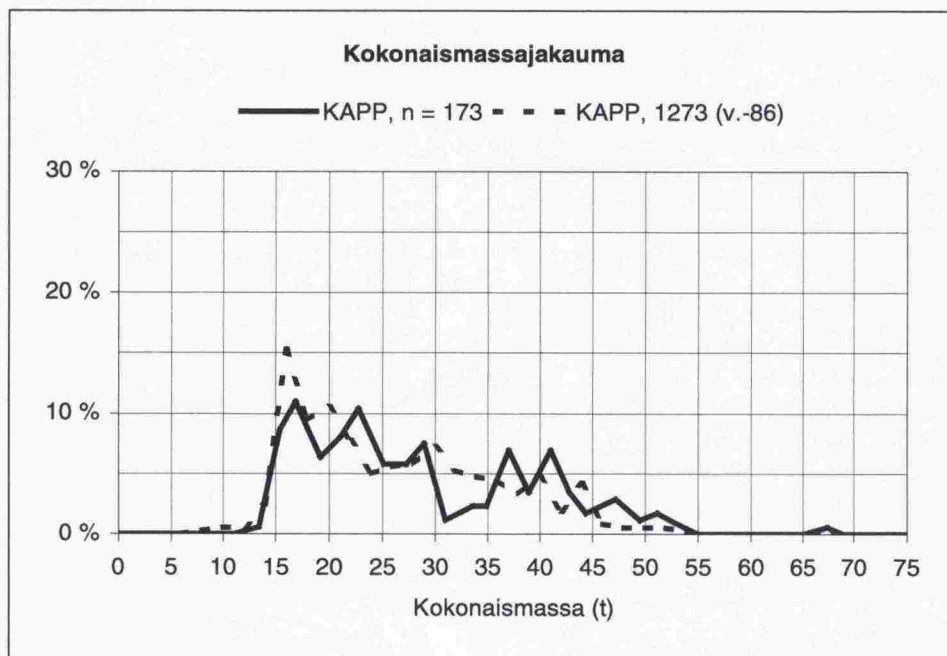
Kuva 56. Metalliteollisuuden tuotteet –tavaralajin akselimassajakaumat.



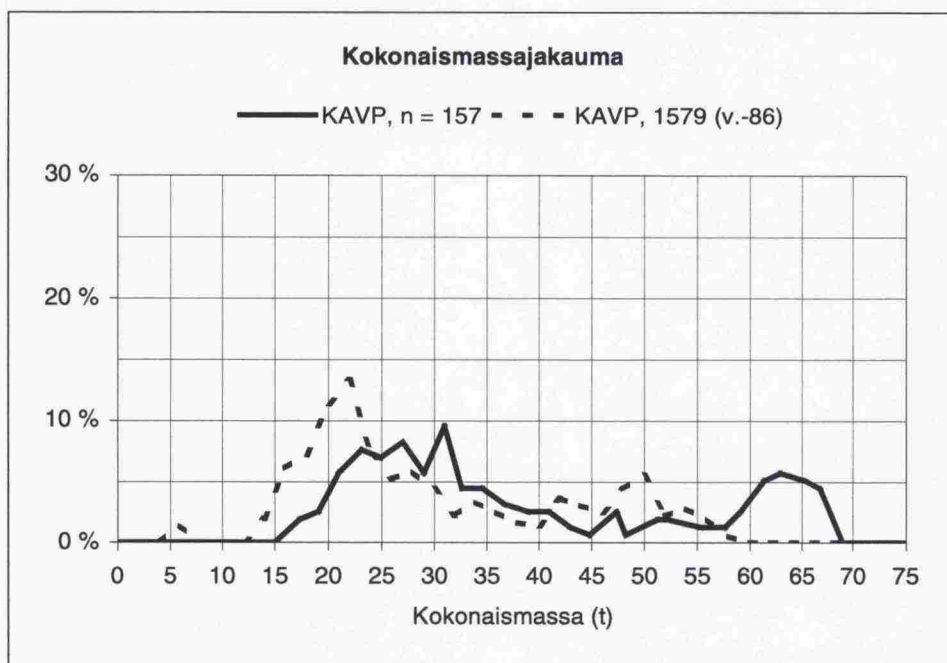
Kuva 57. Metalliteollisuuden tuotteet –tavaralajin telimassajakaumat.



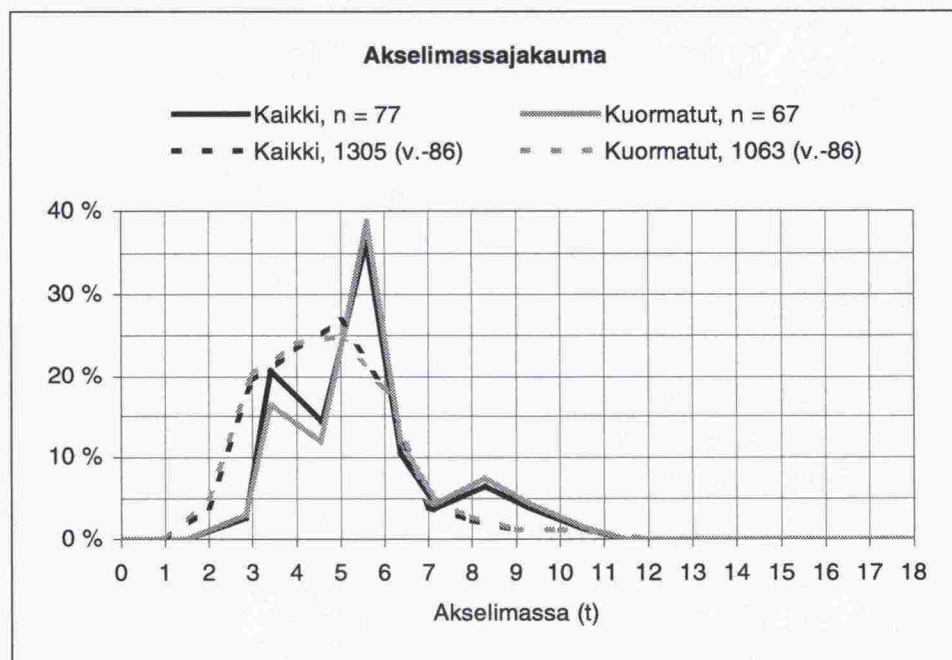
Kuva 58. Metalliteollisuuden tuotteet –tavaralajin KAIP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



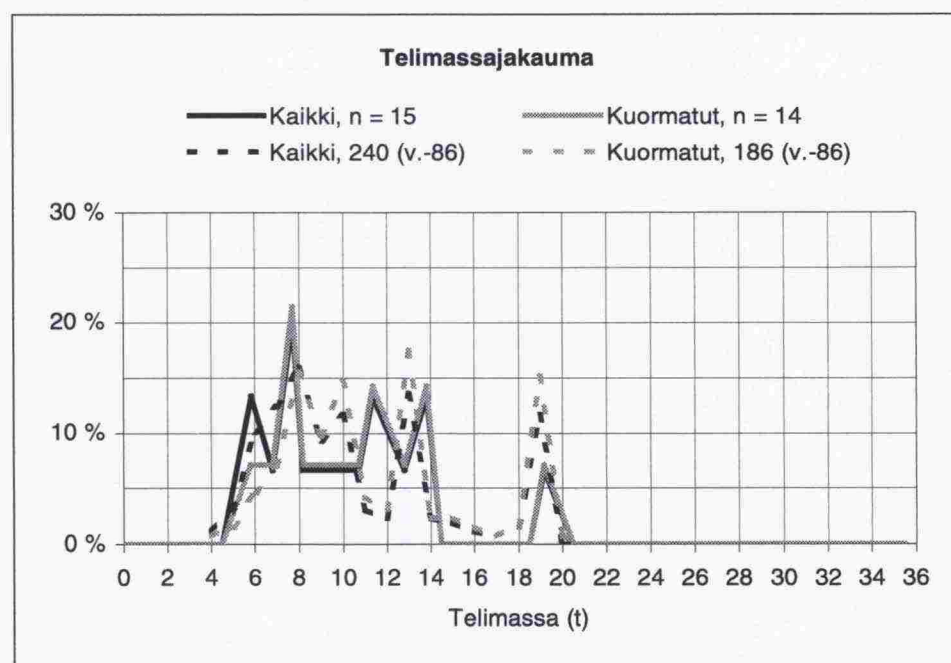
Kuva 59. Metalliteollisuuden tuotteet –tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



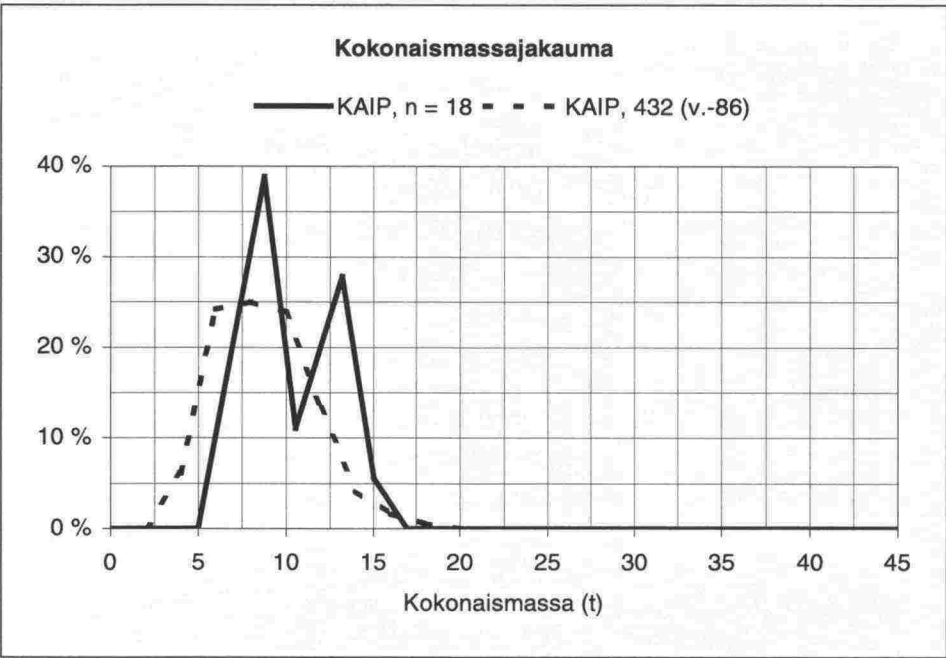
Kuva 60. Metalliteollisuuden tuotteet –tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



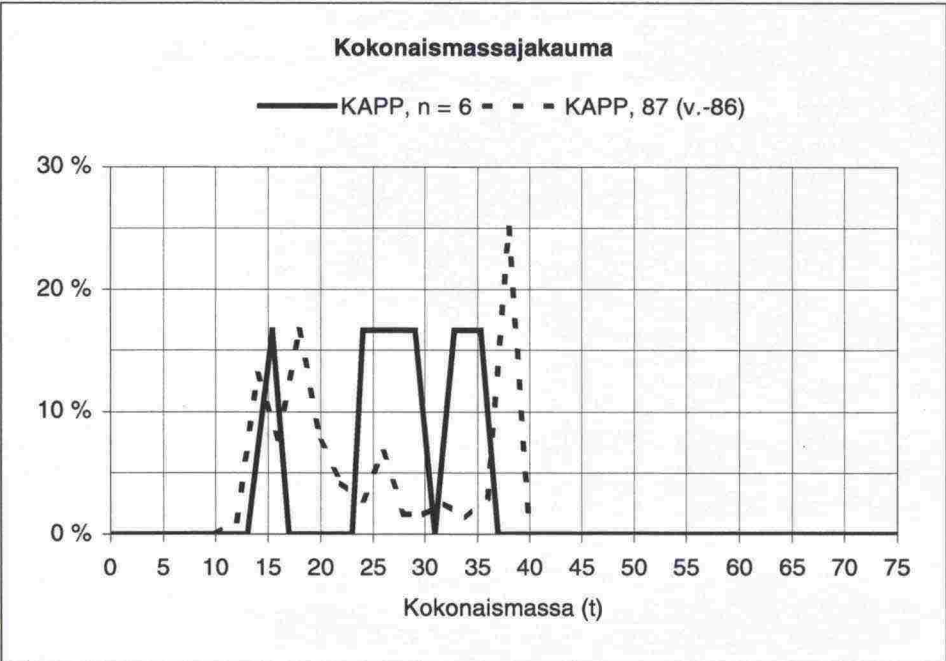
Kuva 61. Tekstiiliteollisuustuotteet-tavaralajin akselimassajakaumat.



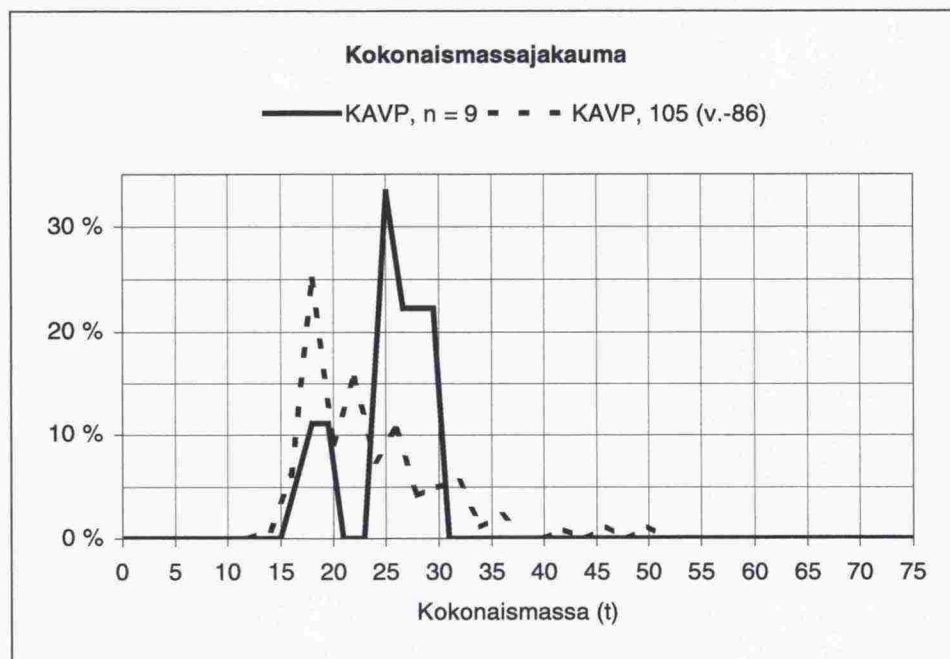
Kuva 62. Tekstiiliteollisuustuotteet-tavaralajin telimassajakaumat.



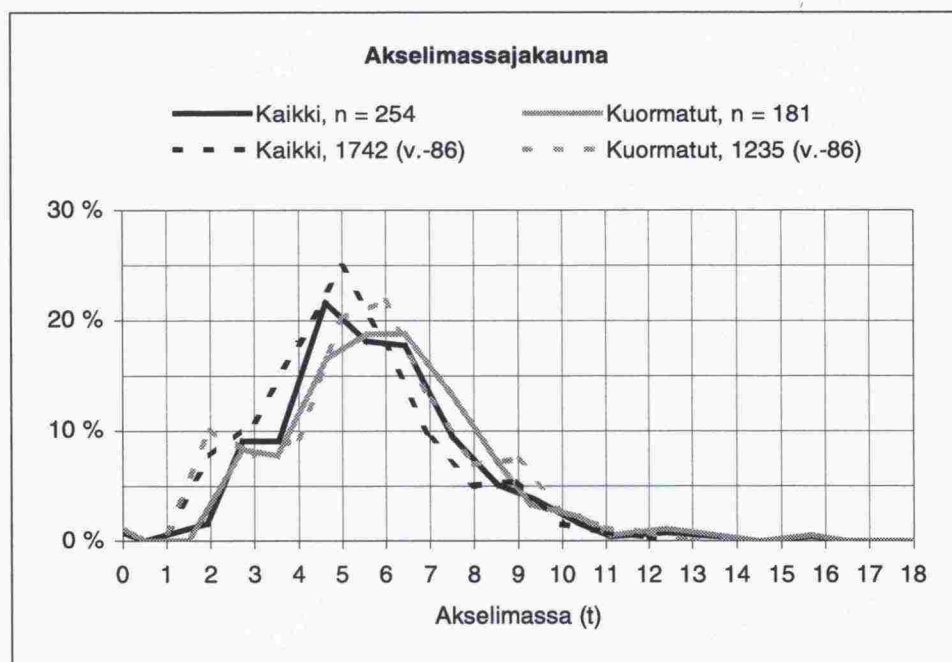
Kuva 63. Tekstiiliteollisuustuotteet-tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



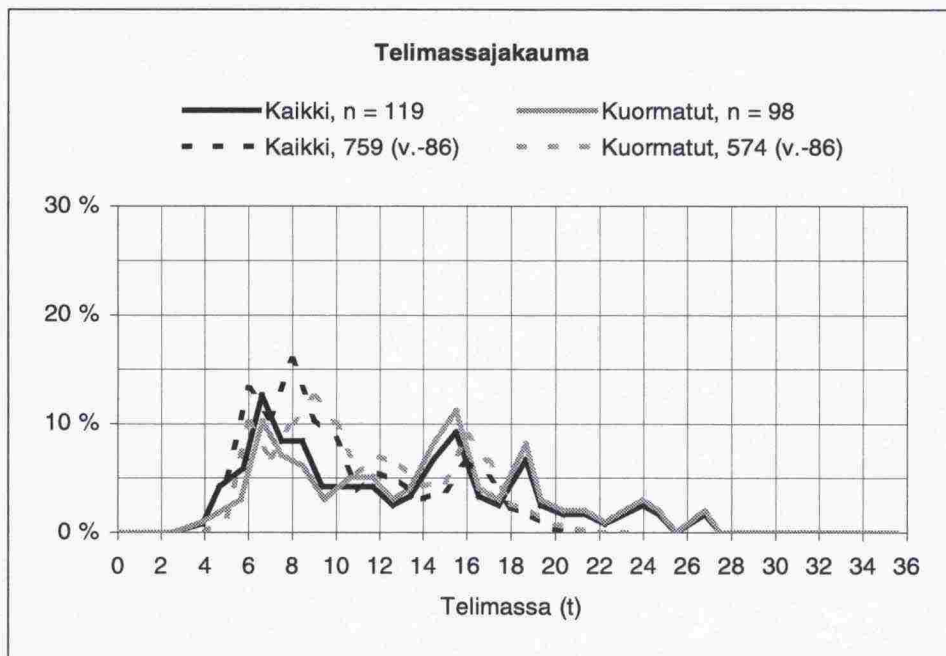
Kuva 64. Tekstiiliteollisuustuotteet-tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



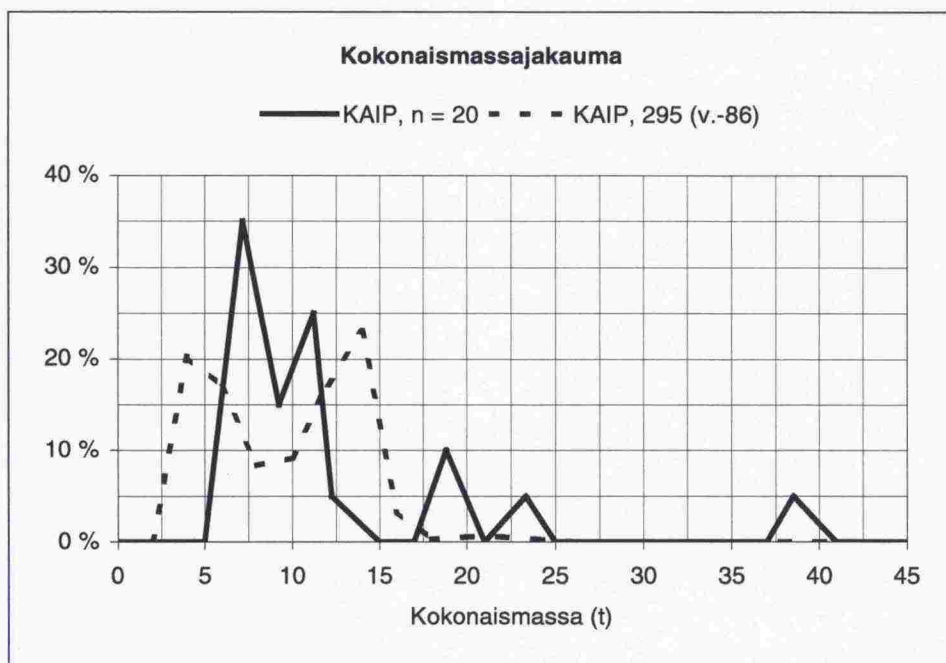
Kuva 65. Tekstiiliteollisuustuotteet-tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



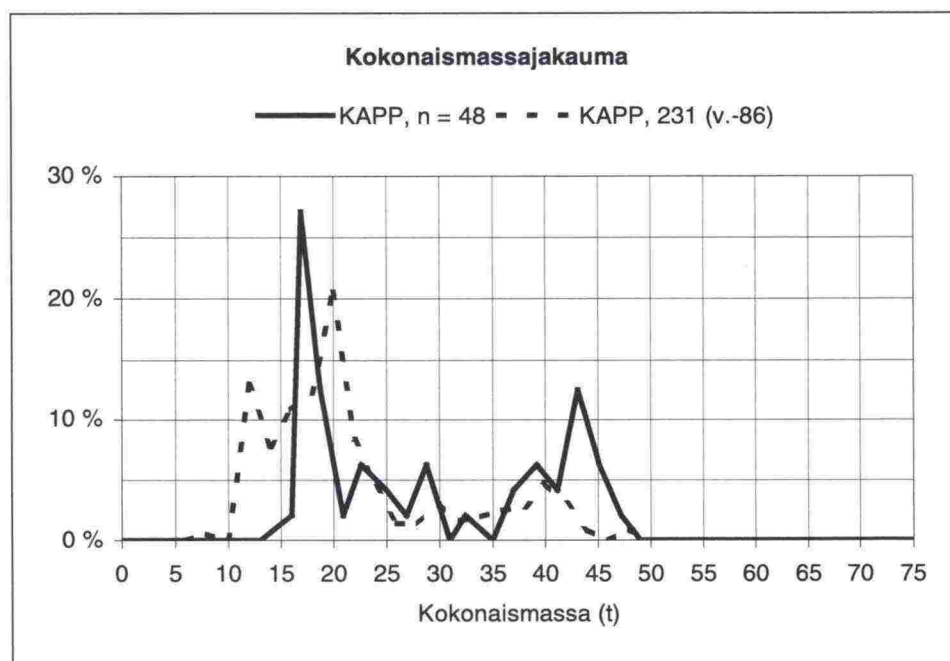
Kuva 66. Muovi- ja kumiteollisuustuotteet -tavaralajin akselimassajakaumat.



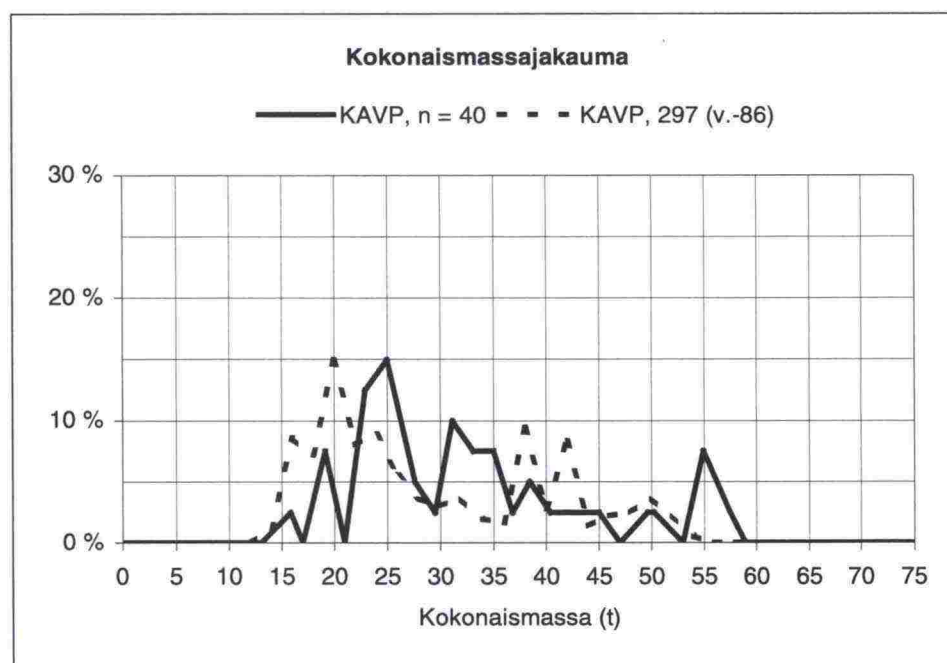
Kuva 67. Muovi- ja kumiteollisuustuotteet –tavaralajin telimassajakaumat.



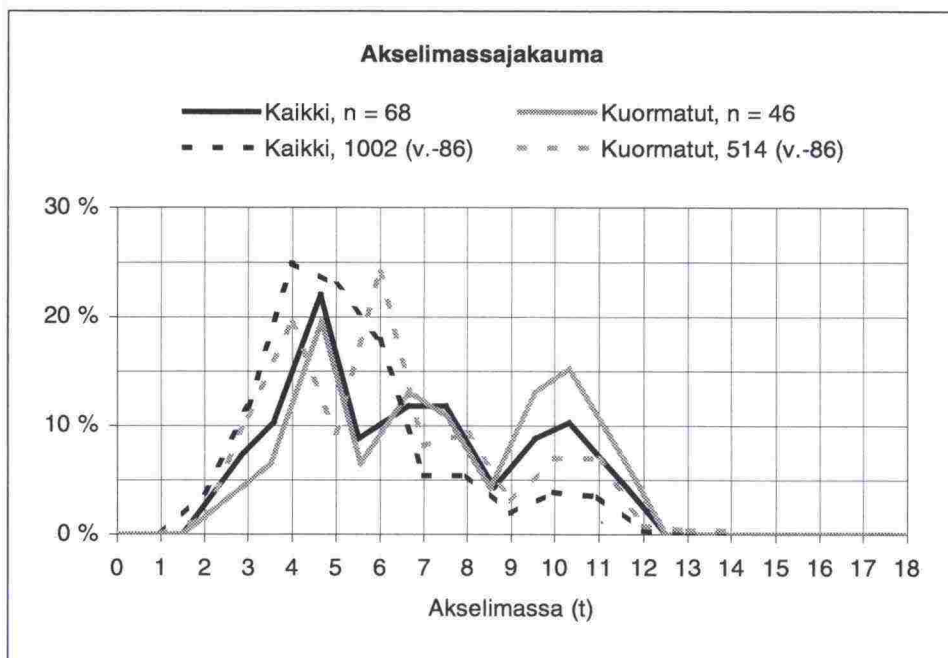
Kuva 68. Muovi- ja kumiteollisuustuotteet –tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



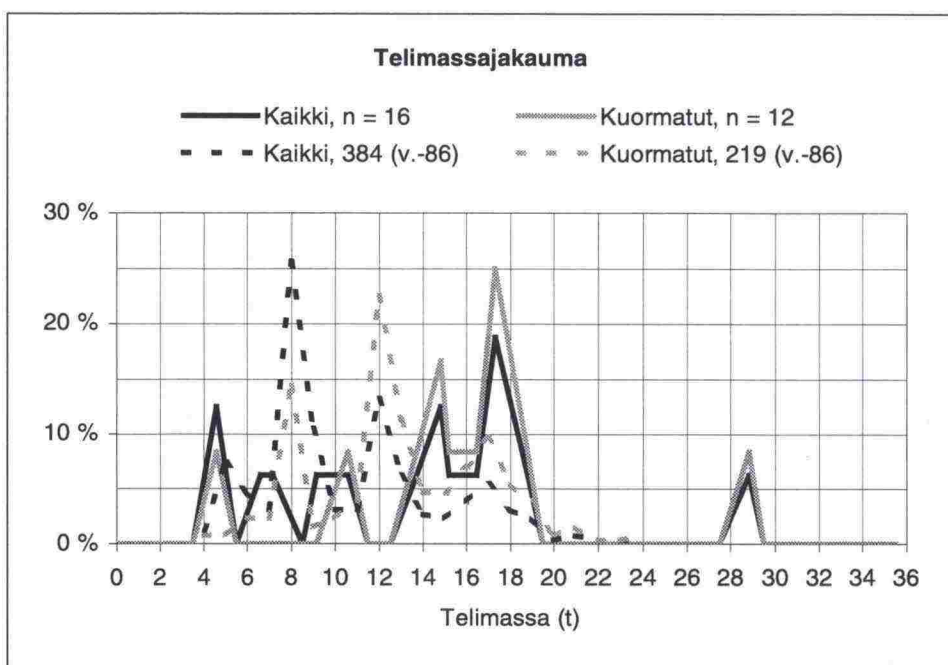
Kuva 69. Muovi- ja kumiteollisuustuotteet –tavaralajin KAPP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



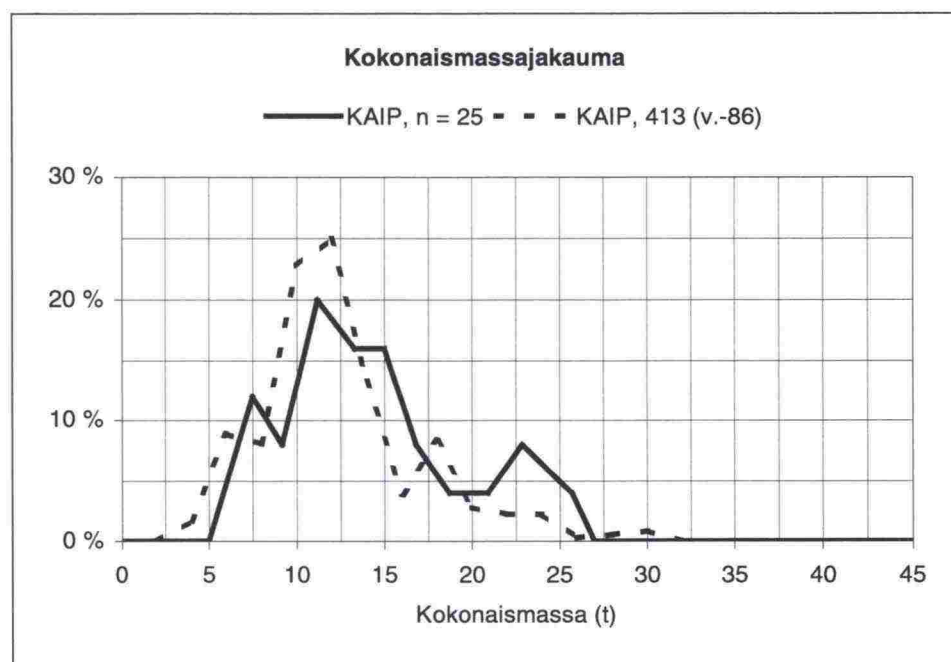
Kuva 70. Muovi- ja kumiteollisuustuotteet –tavaralajin KAVP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



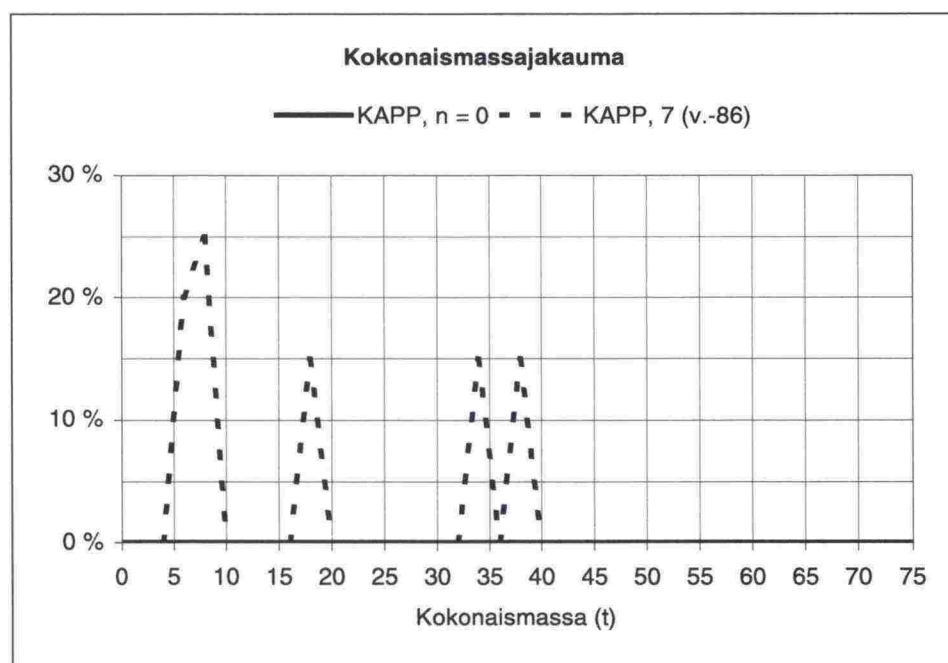
Kuva 71. Jätteet-tavaralajin akselimassajakaumat.



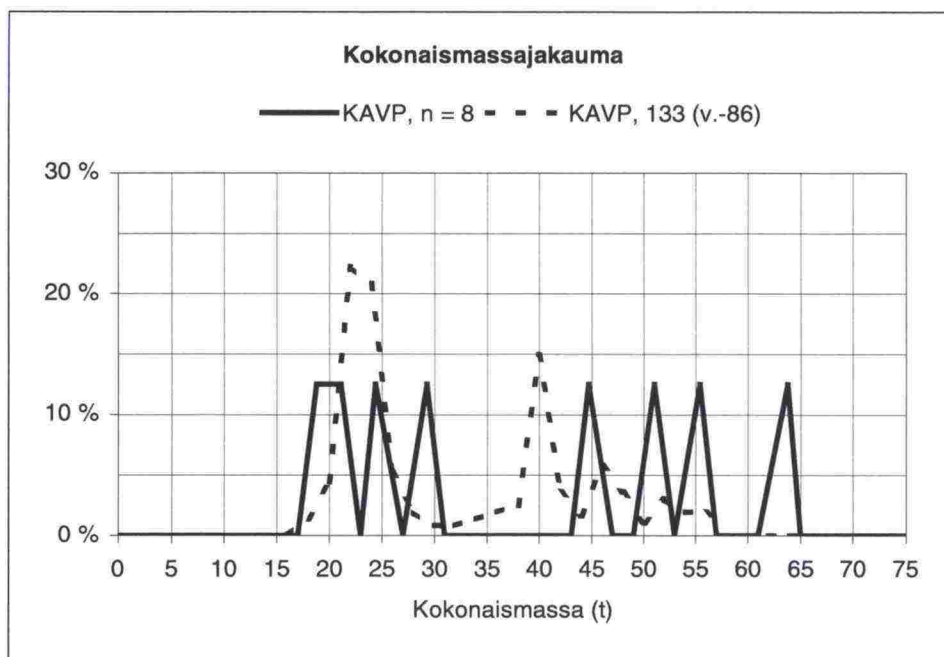
Kuva 72. Jätteet-tavaralajin telimassajakaumat.



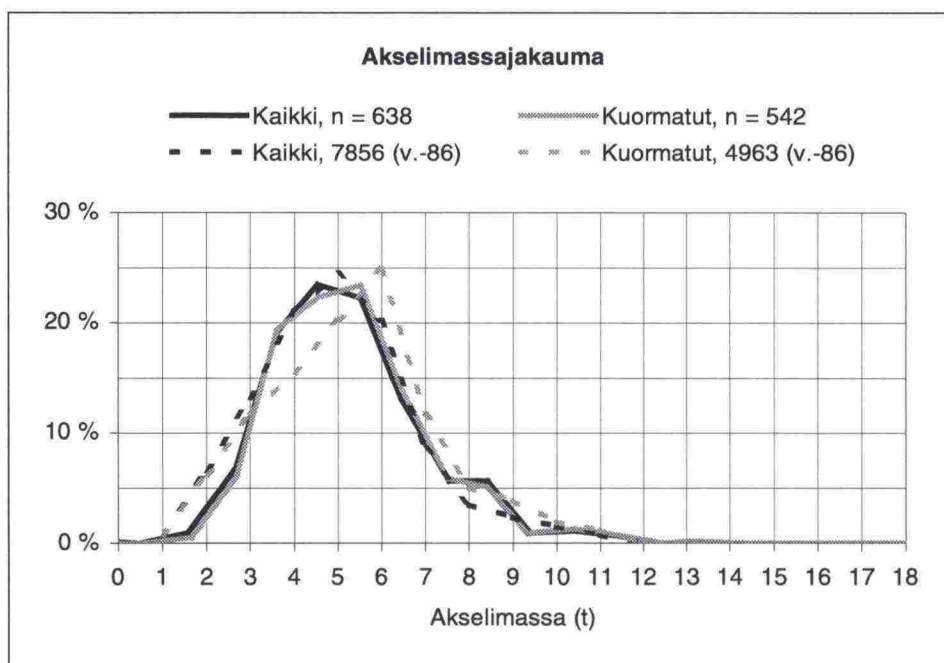
Kuva 73. Jätteet-tavaralajin KAIP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



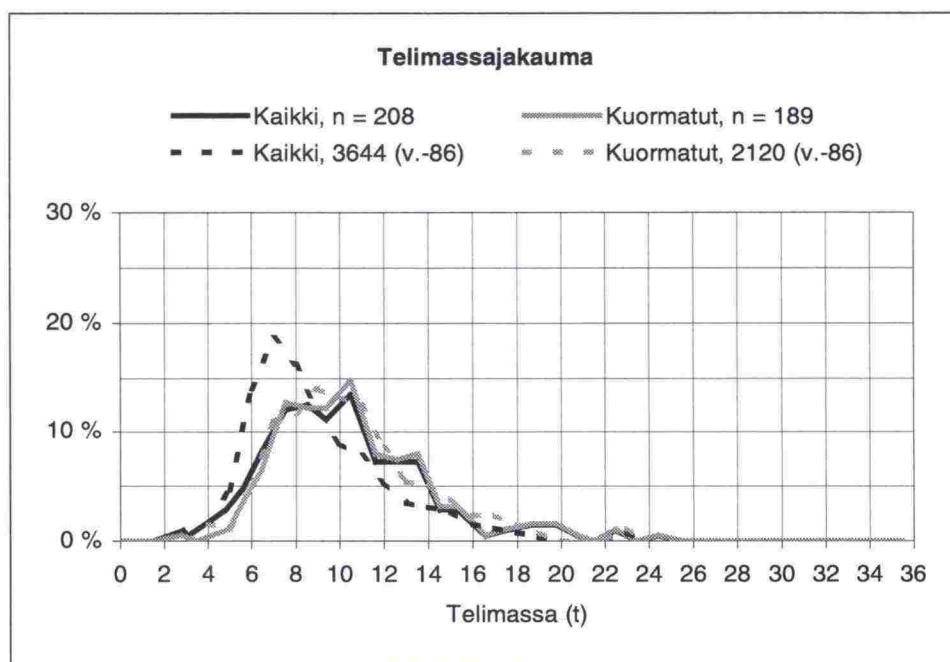
Kuva 74. Jätteet-tavaralajin KAPP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



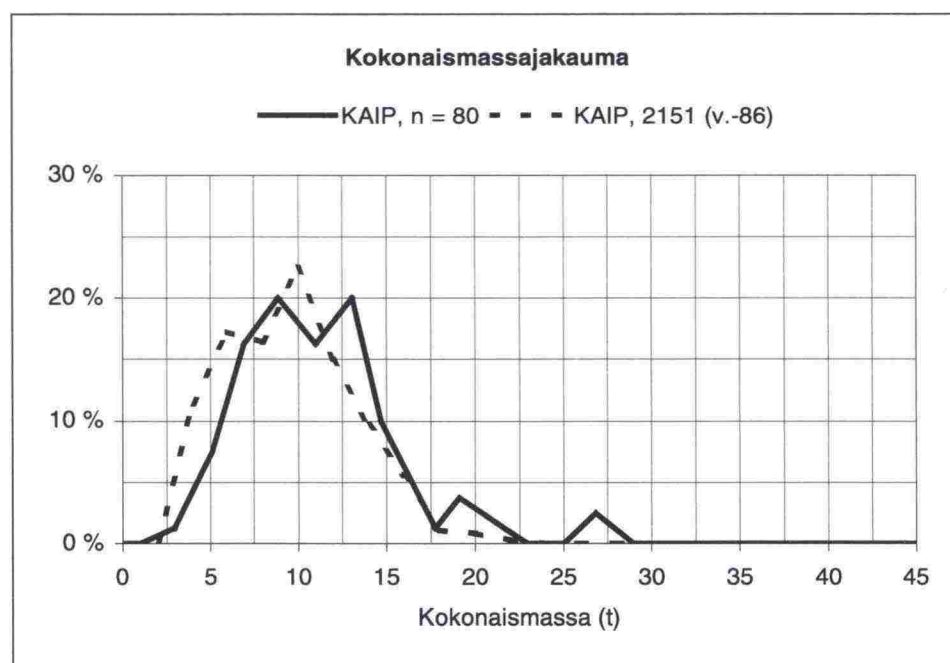
Kuva 75. Jätteet-tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



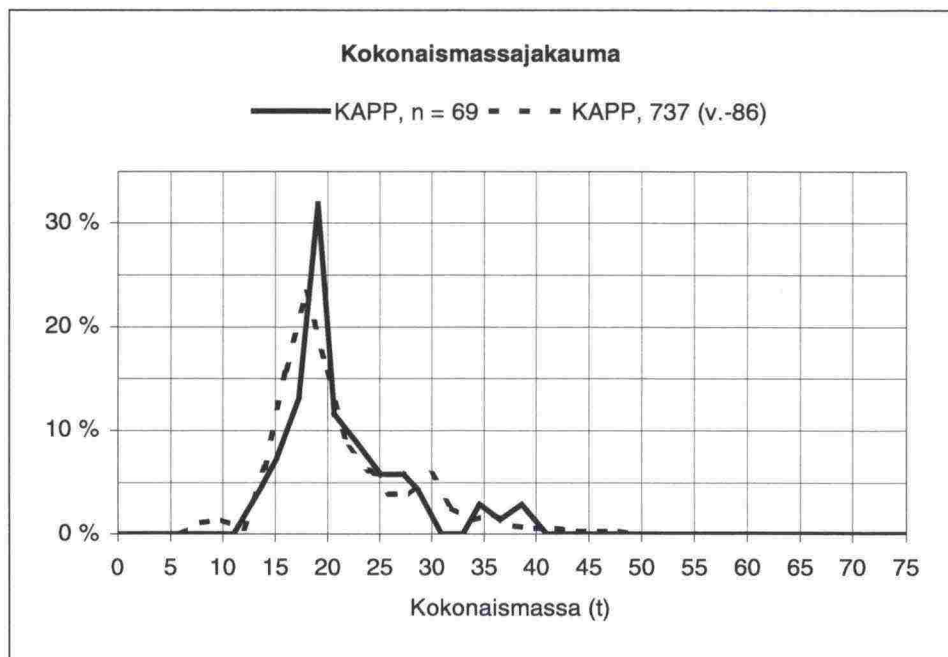
Kuva 76. Sekalainen kappaletavara -tavaralajin akselimassajakaumat.



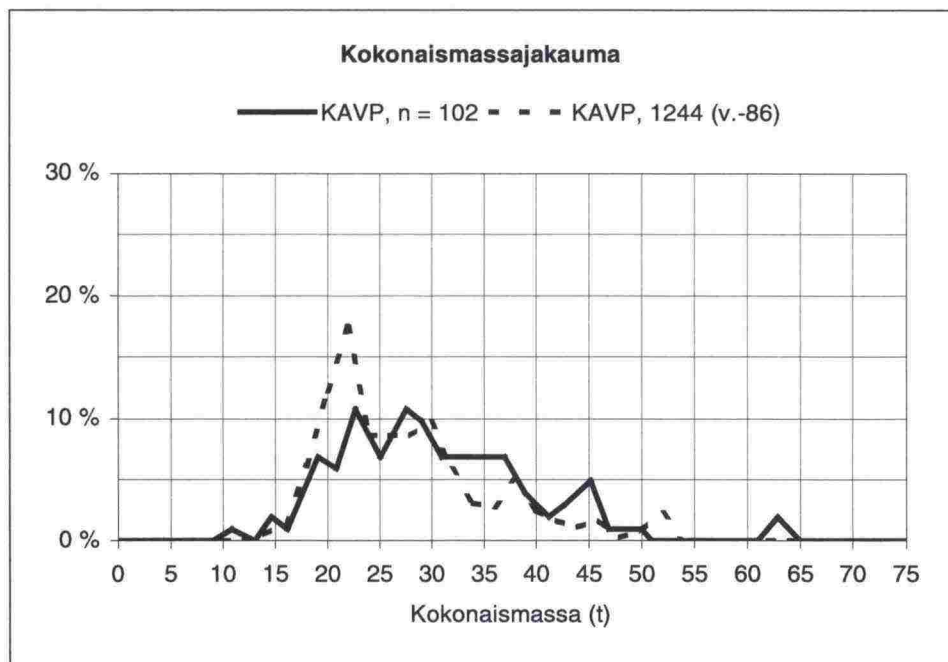
Kuva 77. Sekalainen kappaletavara –tavaralajin telimassajakaumat.



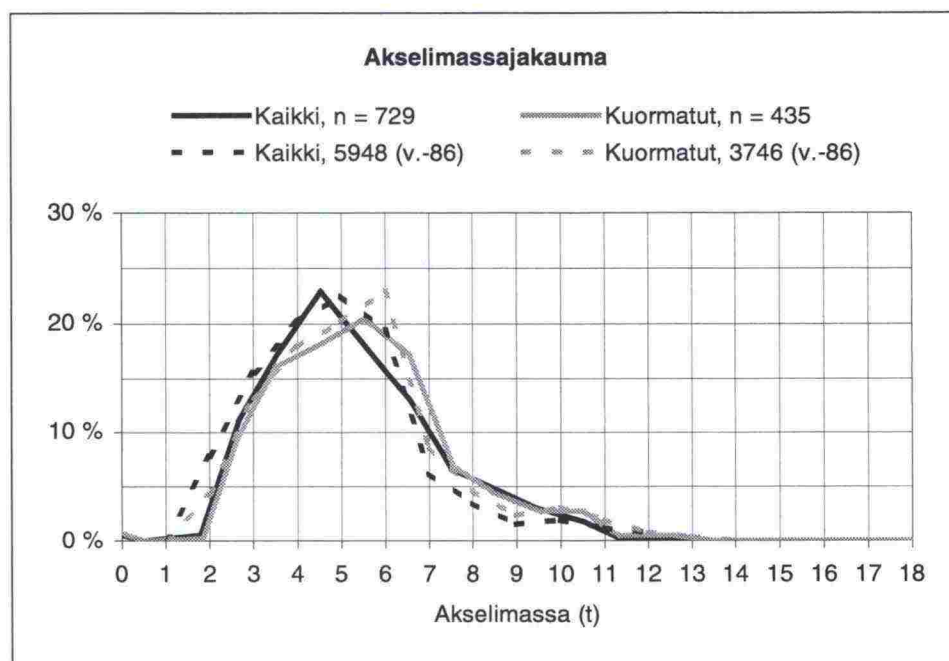
Kuva 78. Sekalainen kappaletavara –tavaralajin KAIP-autotyyppin kokonaismassajakaumat.



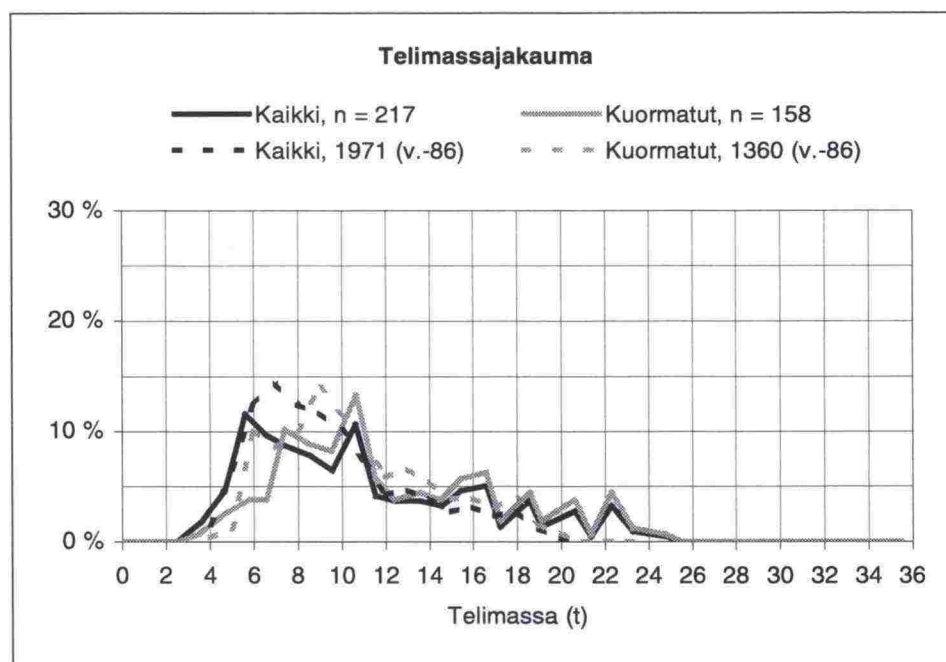
Kuva 79. Sekalainen kappaletavara –tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



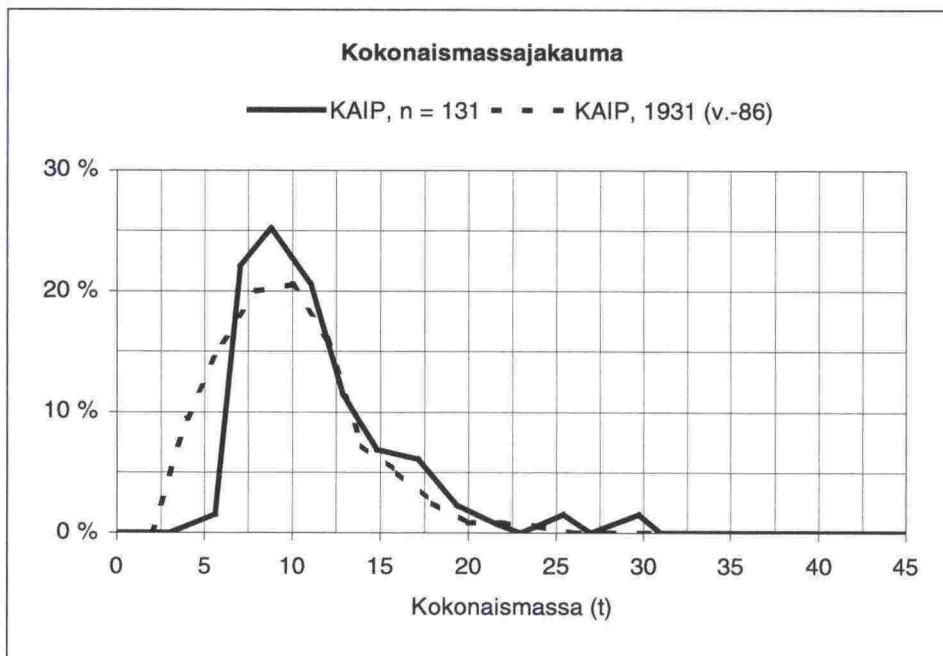
Kuva 80. Sekalainen kappaletavara –tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



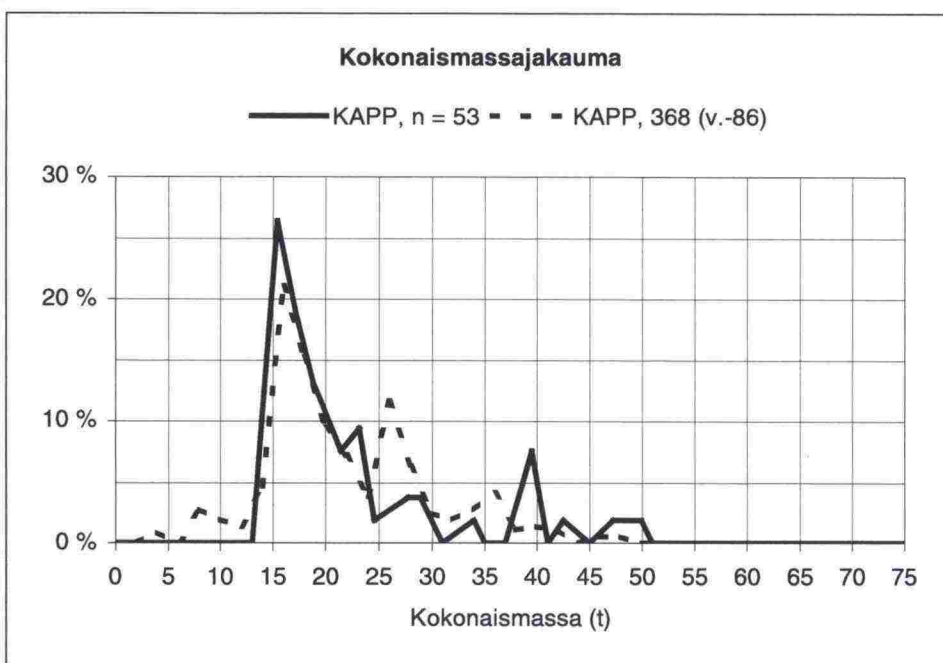
Kuva 81. Muut tavarat –tavaralajin akselimassajakaumat.



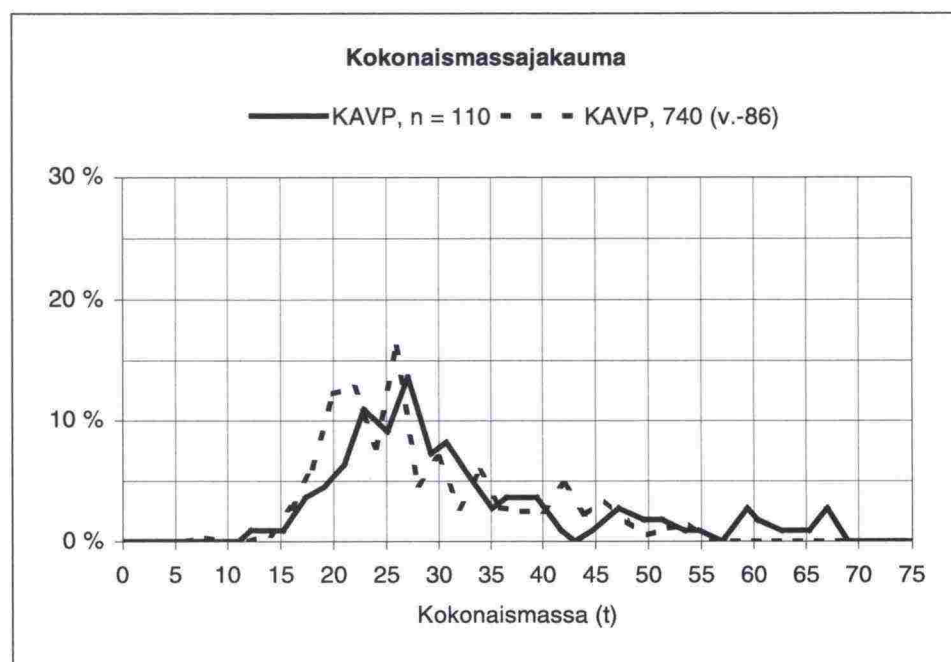
Kuva 82. Muut tavarat –tavaralajin telimassajakaumat.



Kuva 83. Muut tavarat –tavaralajin KAIP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



Kuva 84. Muut tavarat –tavaralajin KAPP-autotyypin kokonaismassajakaumat.



Kuva 85. Muut tavarat –tavaralajin KAVP-autotyypin kokonaismassajakaumat.

24. KUORMA-AUTOJEN KULJETUKSET JA SUORITTEET

Tutkimusaineiston laajentaminen

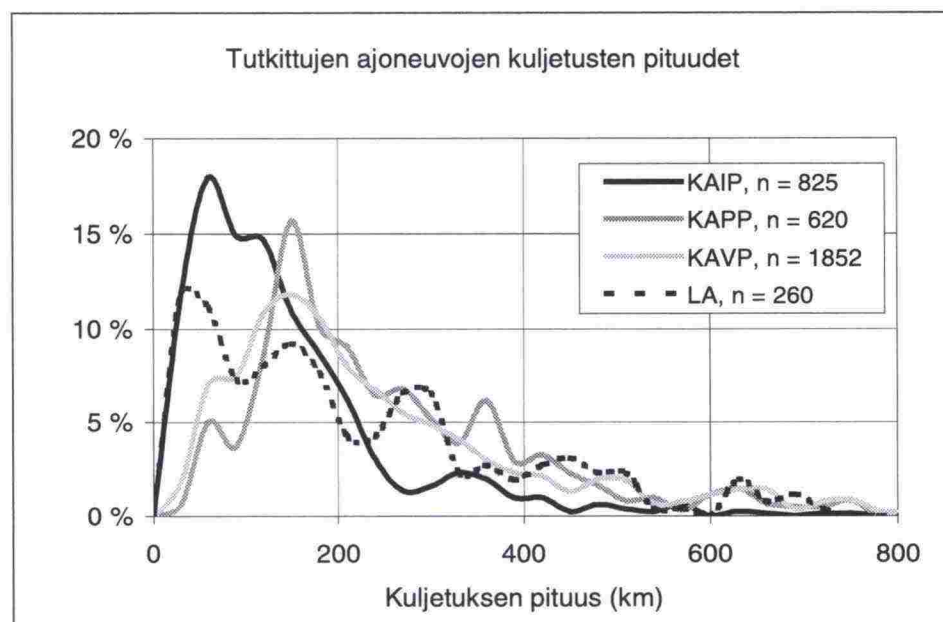
Tutkimusaineiston perusteella on saatu kuva tiellä liikkuvan kuorma-autokaluston akseli-/telimassajakaumista, kuljetettavista tavarista ja kuljetusten pituudesta. Punnituksen yhteydessä tehdyssä haastattelussa kysyttiin kuljetuksen lähtöpaikkaa ja määräpaikkaa. Tutkimustulosten laajentamisessa on hyödynnetty tätä tietoa. Toisaalta tutkimuksessa on ollut käytettävissä Tilastokeskuksen tekemän Tieliikenteen tavarankuljetustilasto 1998 vastausaineistoa siltä osin, kuin on tarvinnut määrittää autotyyppikohtaisesti kuljetusten pituusjakaumat.

Tarkastellaan laajentamista kuljetussuoritteiden ja kuljetusmatkojen näkökulmasta käsin. Laajentaminen on tehty seuraavan luettelon mukaisesti (kuakin osa selitetään yksityiskohtaisesti myöhemmin):

- Jokaisen tutkitun kuorma-auton ko. kuljetuksen pituus arvioitiin käyttämällä lähtö- ja määräpaikkatietoa.
- Tieliikenteen tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineistosta on määritetty autotyyppikohtaiset (KAIP, KAPP, KAVP) kuljetusten pituuden kertymät ja autotyyppikohtaiset tunnusluvut (kuljetuksia vuonna 1998 suorittaneet autot, kuljetusten lukumäärä päivässä autotyyppittäin).
- Saatujen tunnuslukujen avulla arvioitiin vuonna 1998 tapahtuneiden kuljetusten lukumäärä päivässä ja määritettiin Monte Carlo -menetelmällä autotyyppikohtaisesti arviot vuoden 1998 kuljetuksille, tavaramäärille, liikennesuoritteelle ja kuljetussuoritteelle.

Kuljetusten pituuden arviointi

Mittauspaikassa kirjattiin kustakin kuljetuksesta lähtö- ja määräpaikkatieto. Jokaiselle kuljetukselle määritettiin myös mittauspisteen paikkatieto. Tämän jälkeen laskettiin kunkin tutkitun kuljetuksen pituus EMME/2-ohjelmaa käyttäen siten, että kuljetusreitti kulki ensin lähtöpisteestä ja mittauspaikkaan ja sitten mittauspaikasta määräpaikkaan. Näin määritettyjen kuljetusten autotyyppikohtaiset kuljetusten pituusjakaumat on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Tutkittujen ajoneuvojen kuljetusten pituuksien jakaumat.

Autotyyppikohtainen pituusjakauma

Seuraavaksi määritettiin autotyyppikohtainen pituusjakauma Tilastokeskuksen tekemän Tieliikenteen tavarankuljetustilasto 1998 vastausaineiston pohjalta. Vastausaineistossa oli kaiken kaikkiaan 5630 ajoneuvoa, joista oli tiedossa taulukossa 1 esitetyt asiat.

Taulukko 1. Tilastokeskuksen Tieliikenteen tavarankuljetustilasto 1998 vastausaineiston muuttujakuvaus

Muuttujan nimi	Muuttujien sisältö ja muut huomautukset
Juokseva numero	Kyselylomakkeen (juokseva) koodausnumero
Matkarivi	Kyselylomakkeen ajorivin numero, arvoalue 01-27
Matkan pituus	0 - 9999 (km), max. 1090
Auton käyttö tutkimuspäivinä	1 ajoa molempina päivinä 2 ajoa vain yhtenä päivänä 3 auto ulkomailla 4 ei ajoa
Kuorma-auton tyyppi tutkimuspäivinä	1 perävaunun kuorma-auto 2 puoliperävaunuyhdistelmä 3 varsinainen perävaunuyhdistelmä
Samanlaisten matkojen lukumäärä	0 - 99, max. 45
Matkan päivämäärä	Muoto PPKK

Vastausaineistosta purettiin jokainen kuljetus omaksi kuljetukseksi ja määritettiin kuljetusten pituusjakaumat autotyypeittäin sekä laskettiin kullekin

autolle vuorokauden aikana suoritettujen matkojen lukumäärä sekä keskimääräinen matkan pituus. Taulukossa 2 on esitetty keskeiset tunnusluvut.

Taulukko 2. Tilastokeskuksen Tieliikenteen tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineiston mukaiset autotyyppikohtaiset tunnusluvut.

Muuttuja Auton käyttö tutkimuspäivänä ¹	KAIP	KAPP	KAVP
Ajoja 2 päivänä	839	186	988
Ajoja 1 päivänä	626	150	497
Auto ulkomailla	23	180	75
Ei kuljetuksia	1155	242	669
Kuljetuksia autotyypeittäin	KAIP	KAPP	KAVP
Ei kuljetuksia	56,45 %	65,63 %	44,80 %
On kuljetuksia (p _i)	43,55 %	34,37 %	55,20 %
Kuljetuksia päivässä autotyypeittäin	KAIP	KAPP	KAVP
Kuljetuksia kpl/d (k _{di})	6,228931	4,508637	4,827712
Kuorma-autokanta autotyypeittäin	KAIP	KAPP	KAVP
Kuorma-autoja kpl (N _i)	35 370	4 959	11 674
Kuorma-autoilla suoritettut kuljetukset päivässä	KAIP	KAPP	KAVP
Kuljetuksia kpl/d (K _i)	95 948	7 685	31 110

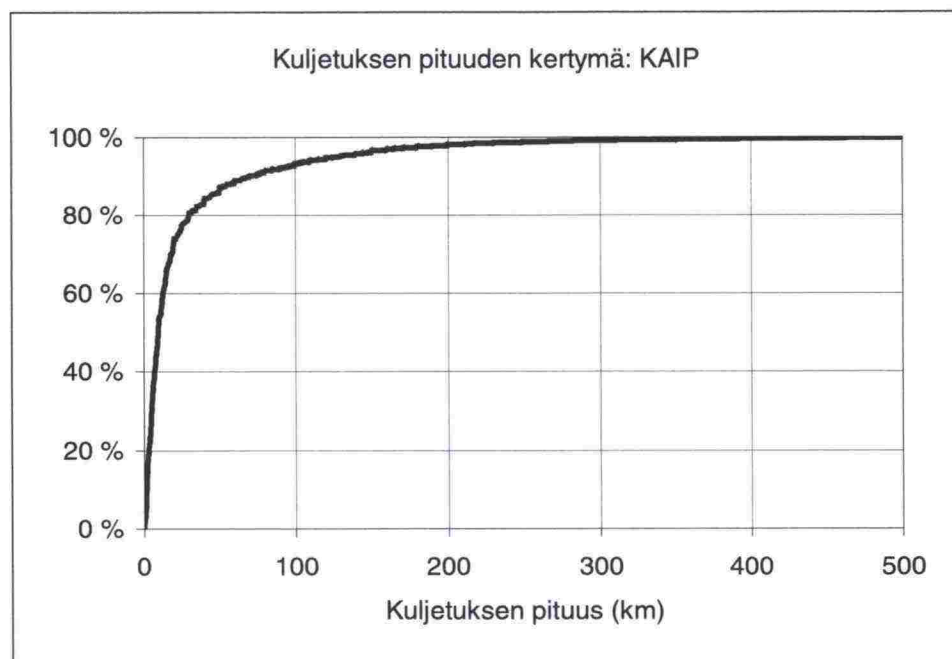
Taulukkoon 2 on laskettu kullekin kuorma-autotyyppille Monte Carlo -laskennassa käytettävä kuorma-autokannalla suoritettava kuljetusten määrä päivässä. Lukuarvo on laskettu kaavasta

$$K_i = N_i * k_{di} * p_i \quad (S1)$$

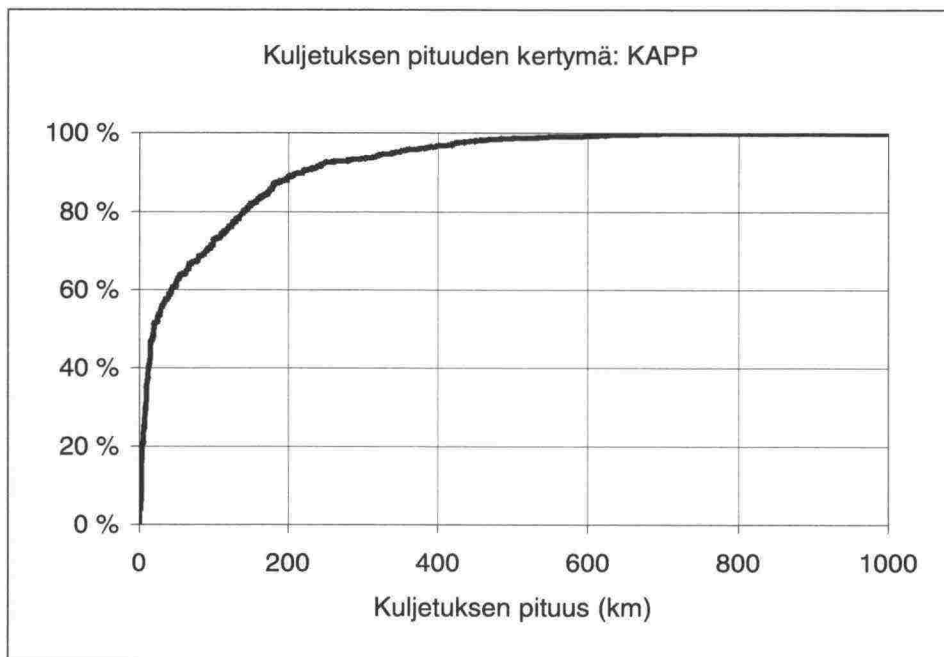
missä K_i on kuorma-autotyyppillä i (KAIP, KAPP, KAVP) kuorma-autokannalla suoritettava kuljetusten määrä päivässä
N_i kuorma-autotyyppin i rekisteröity autokanta Suomessa 1998 (Tieliikenteen tavarankuljetustilasto 1998)
k_{di} kuorma-autotyyppin i keskimääräinen kuljetusten lukumäärä päivässä
p_i se osuus kuorma-autotyyppin i autoista, joilla ollut kuljetuksia tutkimuspäivinä

¹ Tilastokeskuksen kyselyssä kukin vastaaja raportoi satunnaisesti valitun 2 päivän aikana tehdyistä kuljetuksista.

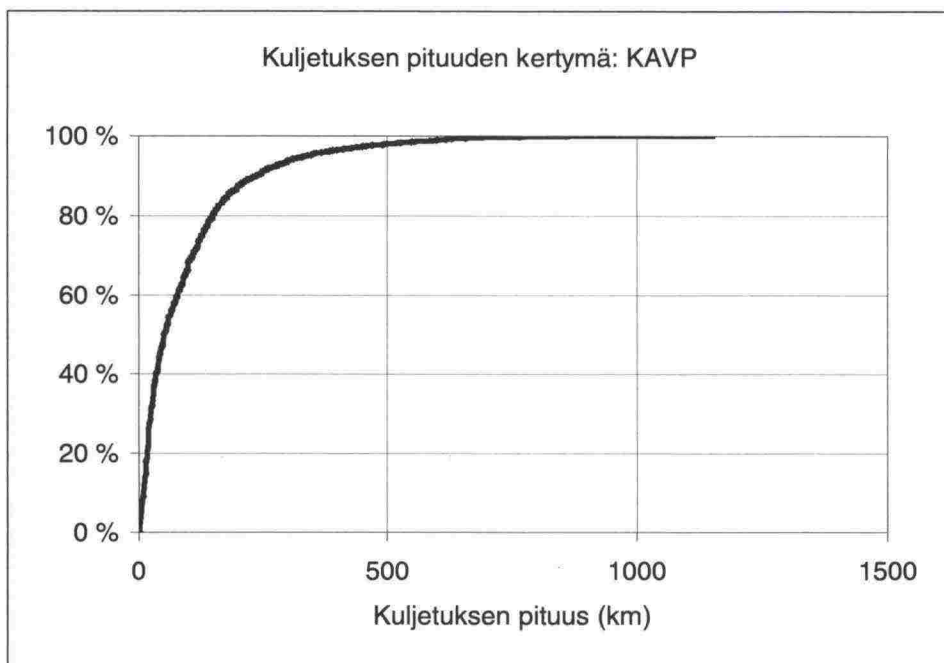
Kuorma-autotyyppikohtaiset kuljetusten pituuden kertymät Tilastokeskuksen tekemän Tieliikenteen tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineiston pohjalta määritettynä on esitetty kuvissa 2...4.



Kuva 2. Autotyyppin 1 (KAIP) kuljetusten pituusjakauma.



Kuva 3. Autotyypin 2 (KAPP) kuljetusten pituusjakauma.



Kuva 4. Autotyypin 3 (KAVP) kuljetusten pituusjakauma.

Autotyyppikohtaiset suoritteet: Monte Carlo -menetelmä

Kun on määritetty keskimääräinen kuljetusten lukumäärä päivässä sekä saatu autotyyppikohtainen kuljetusten pituuksien kertymä, voidaan kuljetus-suoritteet määrittää esimerkiksi Monte Carlo -menetelmällä. Menetelmää sovellettiin tässä tutkimuksessa seuraavasti (esimerkissä käytetään kuorma-autotyyppiä KAIP):

- Arvottiin satunnaisluku väliltä 0...1.
- Haettiin satunnaislukua vastaava kuljetuksen pituus kertymäfunktion avulla (kuva 2).
- Haettiin tutkimuksessa punnitusta kuljetuksista saman autotyypin vastaavan pituinen kuljetus (kokonaisluvun tarkkuudella). Jos samanpituisia kuljetuksia oli useita, valittiin satunnaisesti yksi näistä tutkituista kuljetuksista.
- Otettiin näin saadusta kuljetuksesta tiedot kuljetetun tavaratavaralajista sekä kuljetuksen massasta.
- Edellä kuvattu proseduuristoistettiin K_i -kertaa (taulukko 2 ja kaava (S1)).

Näin saatiin K_i -kappaletta tutkittuja kuljetuksia, joiden avulla voitiin laskea kuljetussuoritteet.

Koska edellä kuvatun laskennan lähtökohta taulukossa 2 oli kuorma-autokannalla suoritettujen kuljetusten määrä päivässä, saatiin lopulliset vuoden 1998 aikana toteutuneet kuorma-autokannan kuljetussuoritteet kertomalla tulokset 365:llä.

Kuljetussuoritteet 1998

Kuorma-autoliikenteelle Monte Carlo -menetelmällä lasketut suoritteet vuonna 1998 on esitetty taulukossa 3. Suluissa on esitetty Tavarankuljetustilaston 1998 vastaavat luvut.

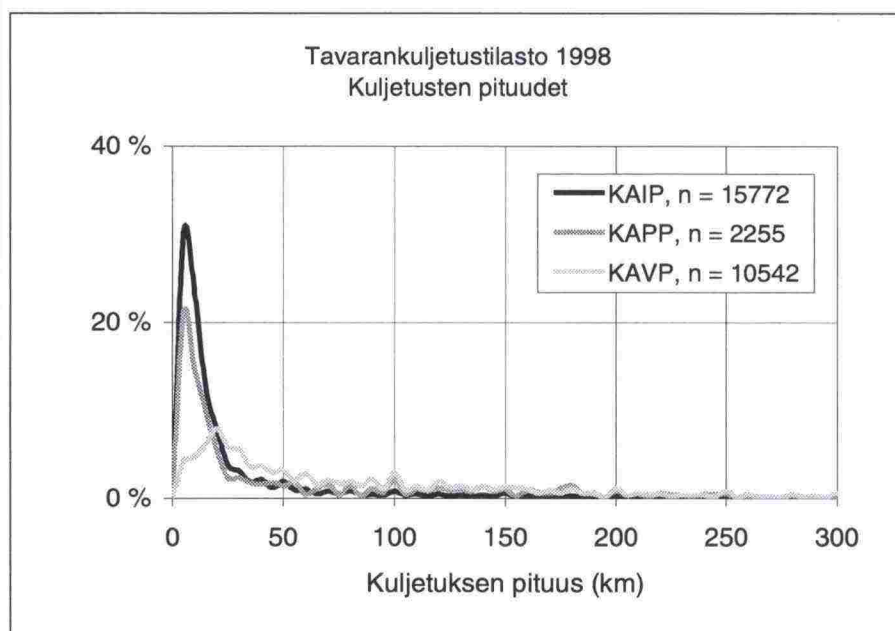
Taulukko 3. Kuorma-autoliikenteen suoritteet autotyypeittäin vuonna 1998. (Suluissa on esitetty Tavarankuljetustilaston 1998 vastaavat luvut).

Suorite	Yksikkö	KAIP	KAPP	KAVP	Kaikki
Kuljetuksia	1000 kpl	35 021 (32 894)	2 805 (2 758)	11 355 (11 333)	49 181 (46 986)
Tavaramäärä	1000 t	107 327 (182 318)	52 968 (27 318)	218 877 (190 494)	379 172 (400 131)
Liikennesuorite	milj.km	912 (841)	217 (224)	1 086 (1 067)	2 215 (2 133)
Kuljetussuorite	milj.tkm	3 569 (2 945)	2 947 (2 654)	25 490 (20 012)	32 006 (25 611)

Tutkimustulosten ja Tavarankuljetustilaston 1998 vertailu

Kuten taulukosta 3 voidaan havaita, poikkeavat tutkimusaineiston perusteella saadut suoritteet autotyypeillä KAIP ja KAPP tavaramäärän osalta sekä autotyypeillä KAIP ja KAVP kuljetussuoritteiden osalta. Sen sijaan kuljetusten lukumäärä sekä kuljetusten liikennesuorite ovat tutkimusmenetelmästä johtuen lähes samoja.

Tarkastellaan näitä poikkeavia tuloksia sekä siihen vaikuttavia syitä hiukan tarkemmin. Kuvassa 5 on esitetty Tavarankuljetustilaston 1998 kuljetusten pituuksien jakaumat autotyypeittäin.



Kuva 5. Tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineiston mukaiset kuljetusten pituuksien jakaumat autotyypeittäin.

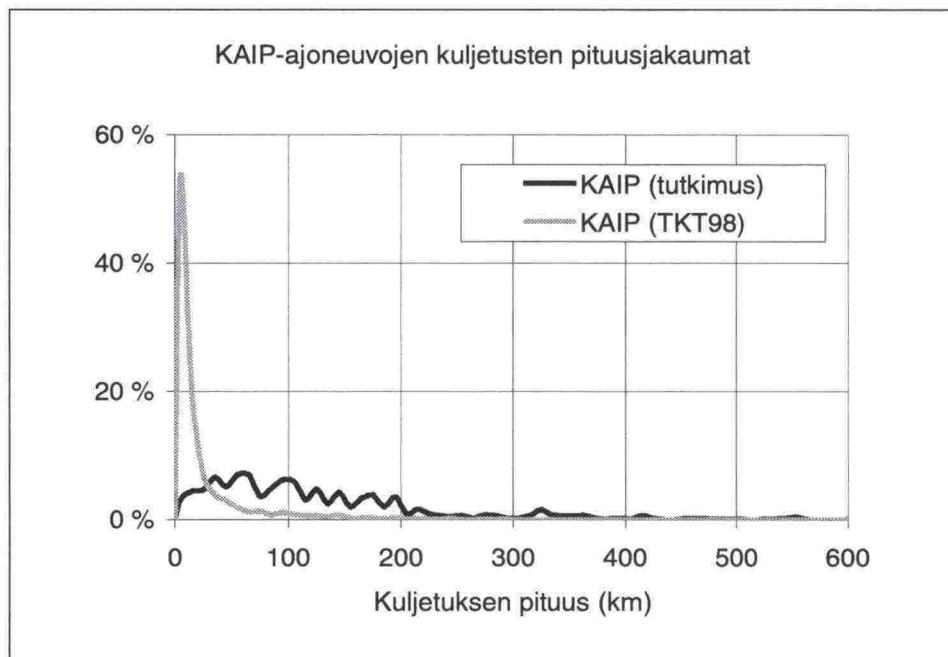
Vertaillaan tutkimuksen kuljetusmatkojen pituusjakaumia ja Tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineiston mukaisten kuljetusten pituusjakaumia keskenään. Kuvissa 6...8 on esitetty molempien tutkimusaineistojen kuljetusten pituusjakaumat autotyypeittäin.

Kuten kuvista nähdään, on tutkimuksessa ollut huomattavasti vähemmän lyhyitä kuljetuksia kaikissa autotyypeissä Tavarankuljetustilaston 1998 kyselyyn verraten. Tämä ero oli erityisen suuri KAPP-autotyyppillä. Tämä kuljetusten pituusjakaumien poikkeavuus johtaa siihen, että kun Monte Carlo -menetelmällä arvotaan kuljetuksen pituusjakauman mukaisesti kuljetus, arvottu kuljetuksen pituus osuu huomattavan usein lyhyille kuljetuksille. Tästä syystä tutkimusaineistosta otetaan näitä lyhyitä kuljetuksia edustavia kuljetuksen tietoja suhteessa useammin kuin pitkien kuljetusten tietoja. Kun ly-

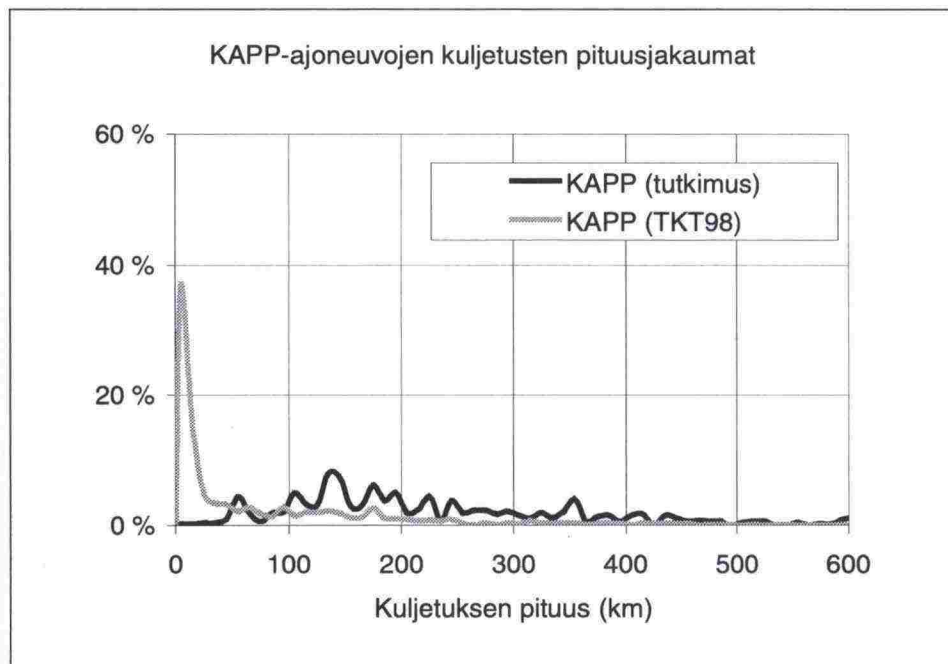
hyiden kuljetusten edustajia on ollut tutkimuksessa varsin vähän, painottuu näiden tutkimuksessa punnittujen lyhyiden kuljetusten arvot lopputuloksissa. Jos nämä punnitut lyhyet kuljetukset edustavat hyvin kaikkia lyhyitä kuljetuksia, lopputulos on hyvä. Jos taas mukana olleet lyhyet kuljetukset eivät edusta riittävän hyvin kaikkia lyhyitä kuljetuksia, lopputulos on vääristynyt.

Kuljetusten edustavuutta ei kuljetusmatkan pituuden suhteen voida tämän tutkimuksen perusteella arvioida riittävästi. Valitut mittauspisteet, jotka sijaitsivat päätieverkon varrella pääsääntöisesti taajamien ulkopuolella, ovat osaltaan olleet vaikuttamassa siihen, että punnittujen kuljetusten kuljetuspituuudet ovat olleet keskimääräistä pidempiä.

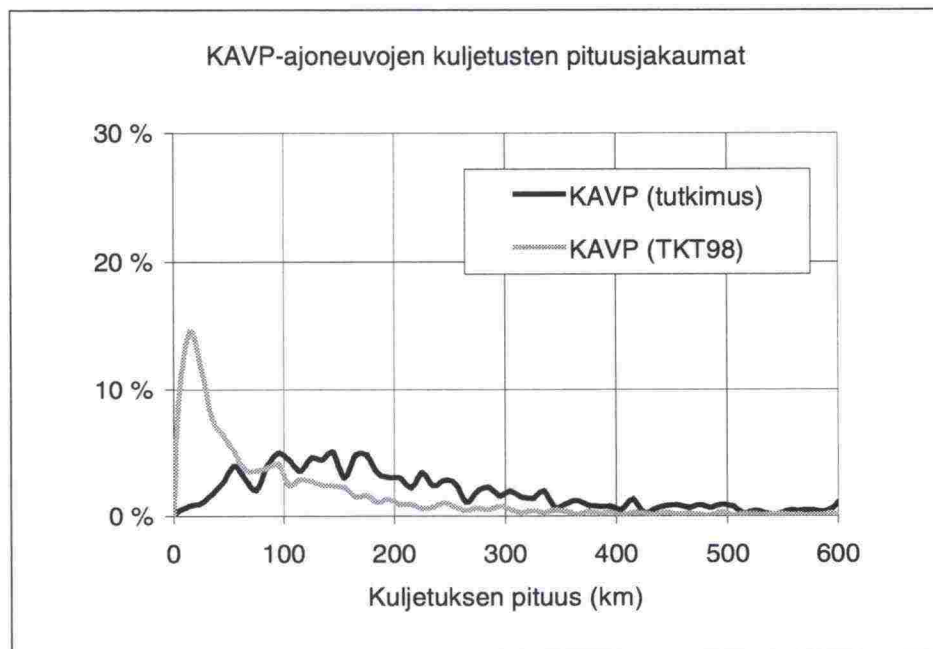
Tarkastellaan vielä tutkimuksen kokonaismassaluokkien ja Tavarankuljetustilaston 1998 kokonaismassaluokkien välisiä jakaumia. Kuvassa 9 on esitetty osuudet kokonaismassaluokittain. Kuvasta havaitaan, että tässä tutkimuksessa ja Tavarankuljetustilaston 1998 tuloksissa merkittävää poikkeavuutta löytyy kokonaismassaluokissa alle 6 t, 18...36 t ja yli 53 t. Taulukon 3 tavaramäärän ja kuljetussuoritteiden erot ovat siten peräisin tutkimusten erilaisista massajakaumista.



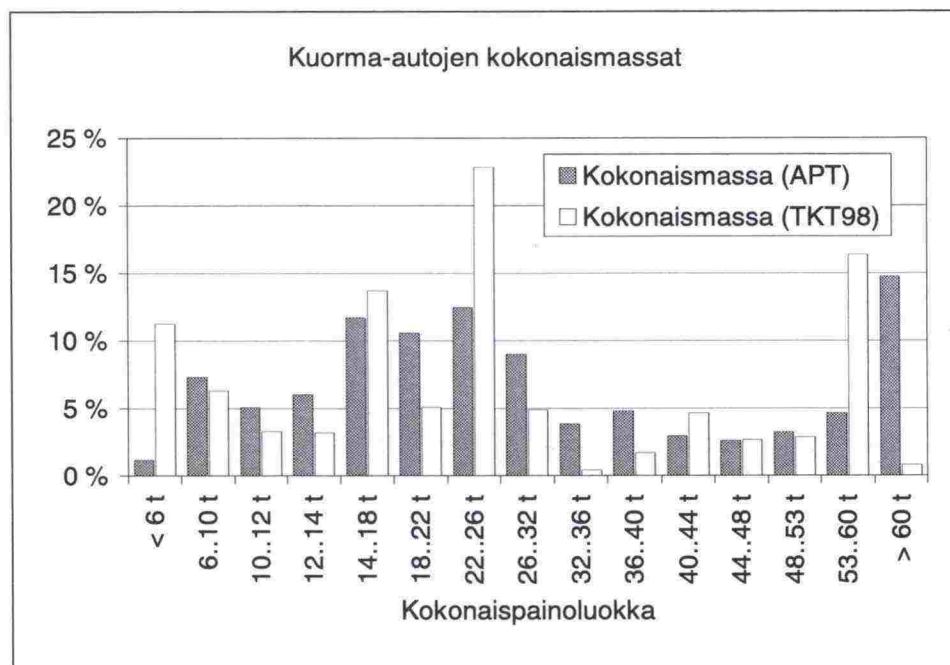
Kuva 6. Tutkimuksen ja tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineiston mukaiset KAIP-ajoneuvojen kuljetusten pituuksien jakaumat.



Kuva 7. Tutkimuksen ja tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineiston mukaiset KAPP-ajoneuvojen kuljetusten pituuksien jakaumat.



Kuva 8. Tutkimuksen ja tavarankuljetustilaston 1998 vastausaineiston mukaiset KAVP-ajoneuvojen kuljetusten pituuksien jakaumat.



Kuva 9. Tutkimuksen ja tavarankuljetustilaston 1998 mukaiset ajoneuvojen kokonaismassojen jakaumat.

Suoritteet tavaralajeittain

Edellä kuvatulla Monte Carlo -menetelmällä saatiin laajennuttua tutkimuksessa punnitut ajoneuvot vastaamaan koko kuorma-autokannalla suoritettuja kuljetuksia päivässä. Laajennuksen yhteydessä satunnaisesti valitun kuljetuksen lastin massatiedon lisäksi on saatu tieto kuljetettavan tavarantavaralajista. Tälle tavaralajikohtaiselle laajennukselle pätee erityisesti se rajoitus, mikä on todettu kohdassa Tutkimustulosten ja Tavarankuljetustilaston 1998 vertailu. Eli tavaralajeittain tarkasteltuna kuljetusten tunnuslukuihin tulee suhtautua vain suuntaa antavasti, koska punnituspisteisiin ohjautuneet ajoneuvot eivät tavaralajijakauman osalta kuvaa riittävän tarkasti koko kuorma-autokannalla tehtäviä kuljetuksia.

Taulukko 4. Kuorma-autoliikenteen tavaralajikohtaiset suoritteet autotyypeittäin vuonna 1998. Paksulla kehyksellä on korostettu suurimmat päätaveralajiryhmät kussakin suoritteessa ja harmaalla taustalla on korostettu suurin tavaralaji kussakin suoritteessa. Kuljetukset vuonna 1998 (1000 kpl).

Tavaralaji		Kuljetuksia (1000 kpl)			
		KAIP	KAPP	KAVP	YHT
1.1	Puutavara	1 994	82	2 492	4 568
1.2.1	Kiinteät polttoaineet	0	0	89	89
1.2.2	Nestemäiset polttoaineet	777	3	536	1 316
1.3	Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	801	121	307	1 229
1.4	Lannoitteet, kemikaalit	63	31	493	587
1 yhteensä	Raaka-ainekuljetukset	3 634	237	3 916	7 788
2.1	Sora	2 497	0	375	2 871
2.2	Rakennusmateriaalit	995	67	318	1 380
2.3	Päällystysmassat	9	0	97	107
2 yhteensä	Maa-ainekset	3 501	67	789	4 358
3.1	Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym.)	1 266	131	581	1 978
3.2	Elintarvikkeet	2 363	73	635	3 070
3.3	Metallituotteet	990	1 594	41	2 625
3 yhteensä	Kappaletavara	4 619	1 798	1 256	7 673
4	Jätteet	2 012	1	21	2 035
5.1	Tyhjät	18 243	545	4 914	23 702
5.2	Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	3 012	156	457	3 626
5 yhteensä	Muut	21 255	701	5 372	27 328
Yhteensä		35 021	2 805	11 355	49 180

Taulukko 5. Kuorma-autoliikenteen tavaralajikohtaiset suoritteet autotyypeittäin vuonna 1998. Paksulla kehyksellä on korostettu suurimmat päätavaralajiryhmät kussakin suoritteessa ja harmaalla taustalla on korostettu suurin tavaralaji kussakin suoritteessa. Liikennesuorite vuonna 1998 (milj. km).

		Liikennesuorite (milj. km)			
Tavaralaji		KAIP	KAPP	KAVP	YHT
1.1	Puutavara	36	17	245	297
1.2.1	Kiinteät polttoaineet	0	0	9	9
1.2.2	Nestemäiset polttoaineet	32	0	40	73
1.3	Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	24	27	60	111
1.4	Lannoitteet, kemikaalit	16	7	50	73
1 yhteensä	Raaka-ainekuljetukset	108	51	405	564
2.1	Sora	31	0	26	57
2.2	Rakennusmateriaalit	25	9	59	93
2.3	Päällystysmassat	1	0	3	4
2 yhteensä	Maa-ainekset	57	9	88	154
3.1	Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym)	85	20	62	167
3.2	Elintarvikkeet	162	16	147	325
3.3	Metallituotteet	57	38	10	105
3 yhteensä	Kappaletavara	304	74	220	598
4	Jätteet	36	0	4	41
5.1	Tyhjät	285	63	318	666
5.2	Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	122	19	51	192
5 yhteensä	Muut	407	82	369	858
Yhteensä		912	217	1 086	2 215

Taulukko 6. Kuorma-autoliikenteen tavaralajikohtaiset suoritteet autotyypeittäin vuonna 1998. Paksulla kehyksellä on korostettu suurimmat päätavaralajiryhmät kussakin suoritteessa ja harmaalla taustalla on korostettu suurin tavaralaji kussakin suoritteessa. Tavaramäärä vuonna 1998 (1000 t).

		Tavaramäärä (1000 t)			
Tavaralaji		KAIP	KAPP	KAVP	YHT
1.1	Puutavara	12 095	2 130	92 950	107 175
1.2.1	Kiinteät polttoaineet	0	0	3 217	3 217
1.2.2	Nestemäiset polttoaineet	2 849	68	15 477	18 393
1.3	Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	1 276	2 718	9 188	13 181
1.4	Lannoitteet, kemikaalit	714	515	19 734	20 963
1 yhteensä	Raaka-ainekuljetukset	16 934	5 430	140 566	162 930
2.1	Sora	28 324	0	14 864	43 188
2.2	Rakennusmateriaalit	6 865	1 831	8 377	17 073
2.3	Päällystysmassat	175	0	4 081	4 257
2 yhteensä	Maa-ainekset	35 365	1 831	27 322	64 518
3.1	Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym)	2 609	1 887	12 872	17 369
3.2	Elintarvikkeet	14 509	1 255	16 249	32 013
3.3	Metallituotteet	4 818	39 219	634	44 671
3 yhteensä	Kappaletavara	21 936	42 362	29 756	94 054
4	Jätteet	10 148	23	676	10 847
5.1	Tyhjät	16 731	2 202	17 035	35 967
5.2	Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	6 213	1 121	3 522	10 856
5 yhteensä	Muut	22 944	3 323	20 556	46 823
Yhteensä		107 327	52 968	218 877	379 172

Taulukko 7. Kuorma-autoliikenteen tavaralajikohtaiset suoritteet autotyypeittäin vuonna 1998. Paksulla kehyksellä on korostettu suurimmat päätavaramalajiryhmät kussakin suoritteessa ja harmaalla taustalla on korostettu suurin tavaralaji kussakin suoritteessa. Kuljetussuorite vuonna 1998 (milj. tkm).

Tavaralaji		Kuljetussuorite (milj. tkm)			
		KAIP	KAPP	KAVP	YHT
1.1	Puutavara	189	430	9 443	10 062
1.2.1	Kiinteät polttoaineet	0	0	345	345
1.2.2	Nestemäiset polttoaineet	200	9	1 385	1 594
1.3	Metallit (malmit, raakateräs, metalliromu)	61	573	1 949	2 583
1.4	Lannoitteet, kemikaalit	178	130	1 897	2 205
1 yhteensä	Raaka-ainekuljetukset	629	1 143	15 018	16 790
2.1	Sora	394	0	1 028	1 422
2.2	Rakennusmateriaalit	198	206	2 001	2 405
2.3	Päällystysmassat	29	0	123	151
2 yhteensä	Maa-ainekset	621	206	3 152	3 978
3.1	Teollisuustuotteet (lasi, vaatetavarat, huonek. ym)	246	263	1 405	1 914
3.2	Elintarvikkeet	930	281	3 833	5 045
3.3	Metallituotteet	232	665	168	1 065
3 yhteensä	Kappaletavara	1 408	1 210	5 406	8 024
4	Jätteet	215	4	151	370
5.1	Tyhjät	310	233	1 145	1 687
5.2	Muut (Pakkausmateriaalit, tuntematon sisältö ym.)	387	151	618	1 156
5 yhteensä	Muut	697	384	1 763	2 844
Yhteensä		3 569	2 947	25 490	32 006

25. RENGASKOOT JA RENGASTUKSET

Yleisimmät rengaskoot

Eri rengaskokojen yleisyys tutkituissa ajoneuvoissa sekä havaintojen sijoittuminen autotyyppeihin KAIP, KAPP, KAVP ja LA ilmenevät taulukosta 1.

Rengastukset

Yhden akseliryhmän (1...3 akselia) mahdolliset akseleiden rengastusyhdistelmät ilmenevät kuvasta 1. Havaitut rengastuskombinaatiot on puolestaan koottu taulukkoon 2. Eri rengaskokojen yleisyydet rengastuksittain taas ilmenevät taulukosta 3. Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty erityyppisten rengastusten osuudet kokonaisrengasmäärästä ajoneuvoittain ja autotyypeittäin eriteltynä. Rengastusvaihtoehdot ovat: akselilla yksittäisrenkaat, akselilla parirenkaat tai akselilla leveät yksittäisrenkaat. Tässä tutkimuksessa leveiksi yksittäisrenkaiksi on luokiteltu vähintään 350 mm leveät renkaat.

Akselimassat rengaskoottain

Eri rengastuksille on laskettu viidelle yleisimmälle rengaskoolle akselimasajakaumat. Jakaumat on piirretty kuviin 2...4.

Akseli- ja telimassat rengastuskombinaatioittain

Kuviin 5...7 on piirretty havaintoaineistolle lasketut akseli- ja telimassojen jakaumat rengastuskombinaatioittain.

- akselilla yksittäisrenkaat
- ⊖ akselilla parirenkaat
- ⦶ akselilla leveät yksittäisrenkaat

Luokka

1	○
2	⊖
3	⦶
4	○ ○
5	○ ⊖
	⊖ ○
6	⊖ ⊖
7	○ ⦶
	⊖ ⦶
	⦶ ○
	⦶ ⊖
8	⦶ ⦶
9	○ ○ ○
10	○ ○ ⊖
	○ ⊖ ○
	○ ⊖ ⊖
	⊖ ○ ○
	⊖ ○ ⊖
	⊖ ⊖ ○

Luokka

11	⊖ ⊖ ⊖
12	○ ○ ⦶
	○ ⊖ ⦶
	○ ⦶ ○
	○ ⦶ ⊖
	⊖ ⦶ ⦶
	⊖ ○ ⦶
	⊖ ⊖ ⦶
	⊖ ⊖ ○
	⊖ ⊖ ⊖
	⦶ ○ ○
	⦶ ○ ⊖
	⦶ ⊖ ○
	⦶ ⊖ ⊖
	⦶ ⦶ ○
	⦶ ⦶ ⊖
	⦶ ⦶ ⦶
13	⦶ ⦶ ⦶

Kuva 1. Akseliryhmän mahdolliset rengastuskombinaatiot.

Taulukko 1. Eri rengaskokojen yleisyys havaintoaineistossa. Lukumäärät ovat renkaiden kappalemääriä (erotuksena kyseisillä renkailla rengastettujen akselien määrästä).

RENGASKOKOJEN YLEISYYS AUTOTYYPEITTÄIN											
Rengaskoko	KAIP	KAPP		Tyypin renkaita ajoneuvossa yhteensä	KAPP			Tyypin renkaita ajoneuvossa yhteensä	LA	Rivi yhteensä	Yleisyys
	Vetoauto	Vetoauto	1. perävaunu		Vetoauto	1. perävaunu	2. perävaunu				
295/80R22.5 tai 11R22.5	2 578	2 362	550	2 912	8 862	6 602	12	15 476	1 096	22 062	37 %
315/80R22.5 tai 12R22.5	2 174	1 446	232	1 678	7 770	2 474	4	10 248	510	14 610	24 %
275/70R22.5	72	224	82	306	304	9 142	8	9 454	6	9 838	16 %
385/65R22.5	86	114	2 380	2 494	660	1 384	102	2 146		4 726	8 %
265/70R19.5	96	8	268	276	6	2 980	4	2 990	10	3 372	6 %
285/70R19.5	90		60	60	4	582	4	590	2	742	1 %
275/80R22.5 tai 10R22.5	224	18	6	24	14	224		238	2	488	1 %
Muut	1 032	442	708	1 150	526	1 620	8	2 154	36	4 372	7 %
Sarake yhteensä	6 352	4 614	4 286	8 900	18 146	25 008	142	43 296	1 662	60 210	

Taulukko 2. Havaitut akseliryhmien rengastuskombinaatiot ajoneuvonosittain. Akseliryhmät on numeroitu ajoneuvonosan edestä lukien. Kombinaatioluokat on esitetty kuvassa 1.

AJONEUVOJEN RENGASKOMBINAATIO AKSELIRYHMITÄIN														
Kombinaatioluokka	Vetoauto			Luokkaan kuluvia akseliryhmiä	1. perävaunu			Luokkaan kuluvia akseliryhmiä	2. perävaunu			Luokkaan kuluvia akseliryhmiä	Rivi yhteensä	Yleisyys
	Akseliryhmän numero				Akseliryhmän numero				Akseliryhmän numero					
	1	2	3		1	2	3		1	2	3			
1	3 379	50	1	3 430	8	19	11	38					3 468	27 %
2		1 111		1 111	721	1 239	1 105	3 065	2	2		4	4 180	32 %
3	203	4		207	59	122	108	289	2	2	2	6	502	4 %
4		7		7	5	9		14					21	0 %
5		316	2	318	1	13		14					332	3 %
6		1 641	32	1 673	1 013	280		1 293	2			2	2 968	23 %
7		215	7	222	3	4		7					229	2 %
8		2		2	164	78		242					244	2 %
9					9	3		12					12	0 %
10		230	3	233	4	14		18					251	2 %
11		1		1	50	72		122					123	1 %
12		5	1	6	4	11		15					21	0 %
13					440	56		496	16			16	512	4 %
Sarake yhteensä	3 582	3 582	46	7 210	2 481	1 920	1 224	5 625	22	4	2	28	12 863	

Taulukko 3. Eri rengaskokojen yleisyys rengastuksittain. Lukumäärät ovat renkaiden kappalemääriä (erotuksena kyseisillä renkailla rengastettujen akselien määrästä).

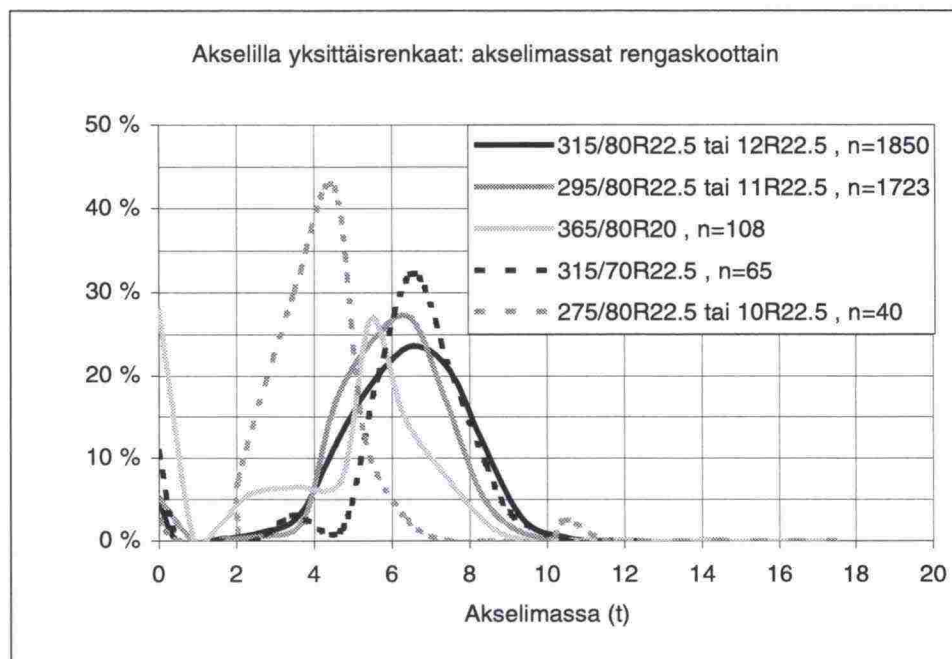
RENGASKOKOJEN YLEISYYS RENGASTUKSITTAIN									
Rengaskoko	Akselilla yksittäisrenkaat	Rengaskoon yleisyys		Akselilla parirenkaat	Rengaskoon yleisyys		Akselilla leveät yksittäisrenkaat	Rengaskoon yleisyys	Rivi yhteensä
295/80R22.5 tai 11R22.5	3 446	41 %		18 616	40 %				22 062
315/80R22.5 tai 12R22.5	3 706	45 %		10 904	24 %				14 610
275/70R22.5	218	3 %		9 620	21 %				9 838
385/65R22.5						4 726	85 %		4 726
265/70R19.5	68	1 %		3 304	7 %				3 372
285/70R19.5	34			708	2 %				742
275/80R22.5 tai 10R22.5	80	1 %		408	1 %				488
315/70R22.5	130	2 %		180					310
425/55R19.5						230	4 %		230
425/65R22.5						208	4 %		208
365/89R20						124	2 %		124
385/45R22.5						120	2 %		120
Muut	636	8 %		2 584	6 %	160	3 %		3 380
Sarake yhteensä				46 324			5 568		60 210

Taulukko 4. Tietyn rengastuksen renkaiden osuus kokonaisrengasmäärästä ajoneuvoittain.

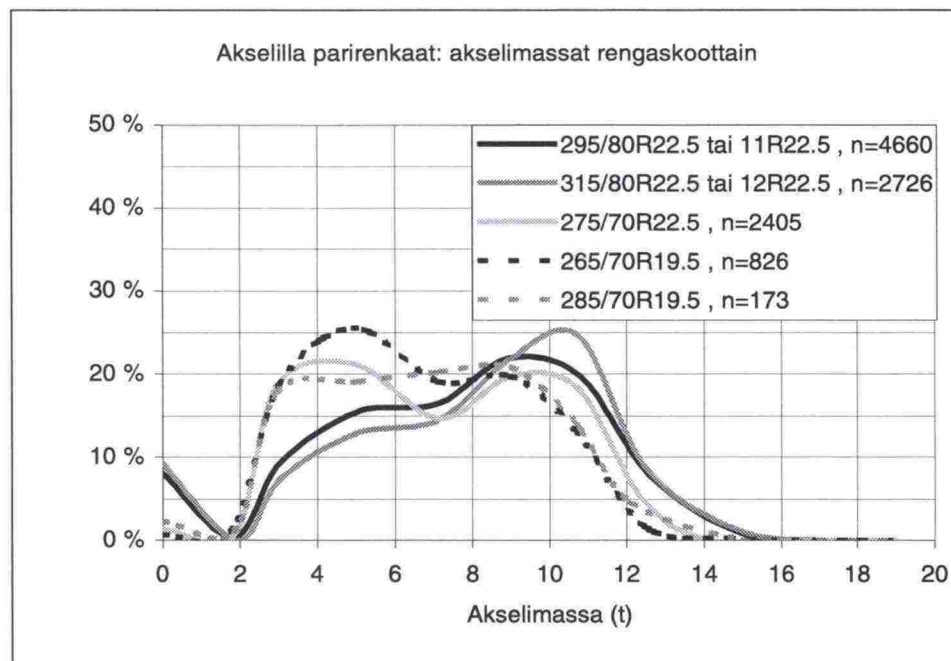
OSUUS RENKAIDEN KOKONAISMÄÄRÄSTÄ AJONEUVOITTAIN										
	Kaikki		Linja-autot		Veto-autot		Puoliperävaunut		Varsinaiset perävaunut	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
Akselilla yksittäisrenkaat	8 318	14 %	594	1 %	7 442	12 %	80	0 %	202	0 %
Akselilla parirenkaat	46 324	77 %	1 068	2 %	20 788	35 %	1 500	2 %	22 968	38 %
Akselilla leveät yksittäisrenkaat	5 568	9 %	0	0 %	882	1 %	2 706	4 %	1 980	3 %

Taulukko 5. Tietyn rengastuksen renkaiden osuus kokonaisrengasmäärästä autotyypeittäin.

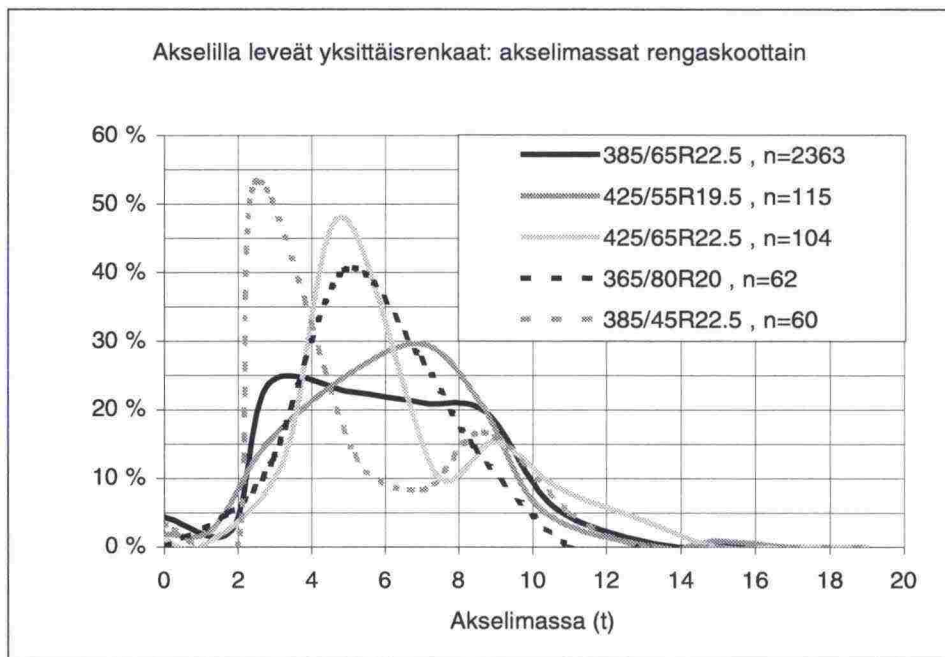
OSUUS RENKAIDEN KOKONAISMÄÄRÄSTÄ AUTOTYPEITTAIN								
	KAIP		KAPP		KAVP		LA	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
Akselilla yksittäisrenkaat	1 896	3 %	1 496	2 %	4 332	7 %	594	1 %
Akselilla parirenkaat	4 368	7 %	4 584	8 %	36 304	60 %	1 068	2 %
Akselilla leveät yksittäisrenkaat	88	0 %	2 820	5 %	2 660	4 %	0	0 %



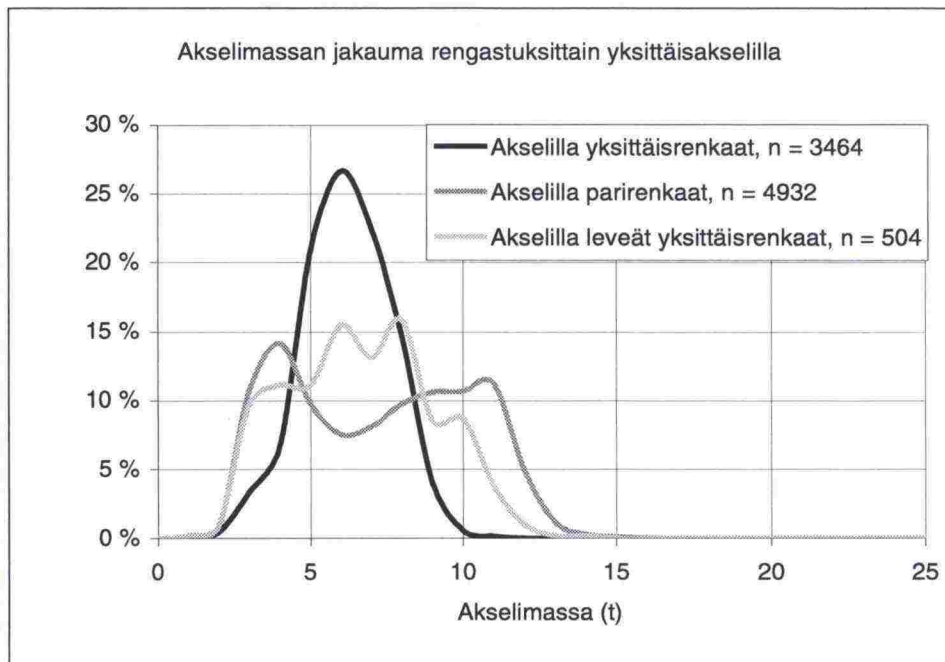
Kuva 2. Akselimassajakaumat viidelle yleisimmälle rengaskoolle akseleilla, joilla on yksittäisrenkaat. Akselimassat ovat akselikohtaisia punnitustuloksia eli telit on käsitelty akseleittain.



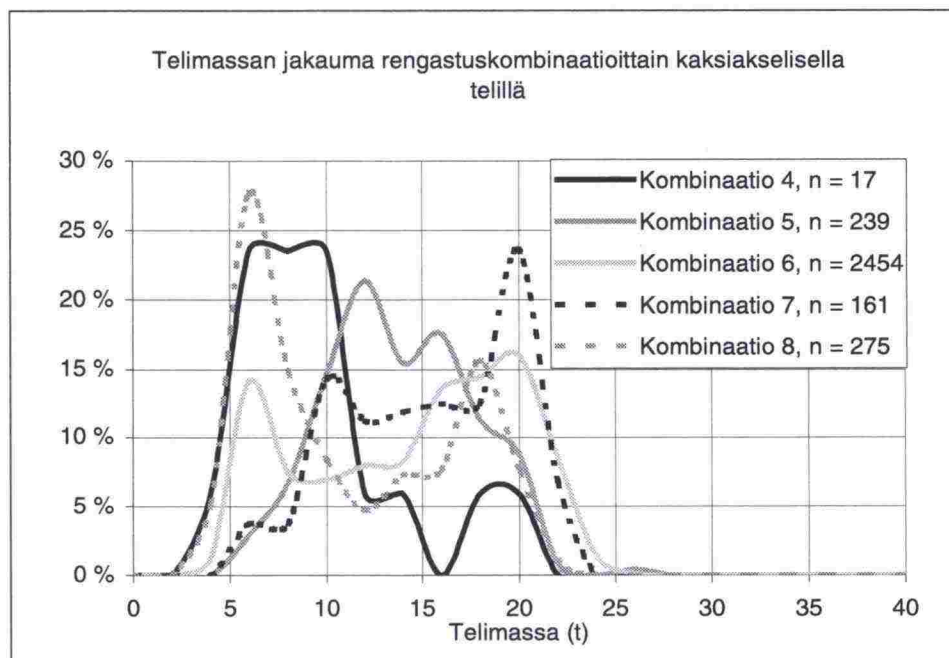
Kuva 3. Akselimassajakaumat viidelle yleisimmälle rengaskoolle akseleilla, joilla on parirenkaat. Akselimassat ovat akselikohtaisia punnitustuloksia eli telit on käsitelty akseleittain.



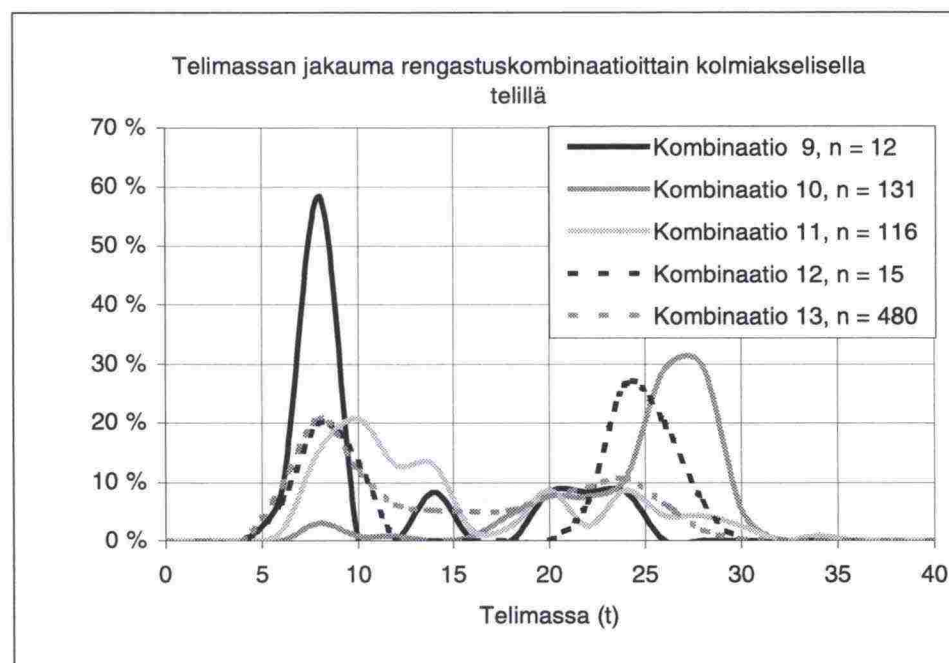
Kuva 4. Akselimassajakaumat viidelle yleisimmälle rengaskoolle akseleilla, joilla on leveät yksittäisrenkaat. Akselimassat ovat akselikohtaisia punnitustuloksia eli telit on käsitelty akseleittain.



Kuva 5. Akselimassan jakauma rengastuksittain yksittäisakselilla.



Kuva 6. Telimassan jakauma rengastuskombinaatioittain kaksiakselisella telillä. Kuvan käyräselitteessä olevat kombinaatiot on esitetty kuvassa 1.



Kuva 7. Telimassan jakauma rengastuskombinaatioittain kolmiakselisella telillä. Kuvan käyräselitteessä olevat kombinaatiot on esitetty kuvassa 1.

EHDOTUKSIA JATKOTOIMENPITEIKSI

- Ehdotuksia jatkotoimiksi
 - Rengaspainetutkimus
 - Tiejaksokohtaiset akselimassatutkimukset
 - Punnitukset määräpaikkatutkimusten osana
 - Erilaiset kuormituskertaluvut
 - Tutkimusaineistoon perustuvat lisäselvitykset
 - Saatujen tulosten käyttöönotto suunnittelunormeissa

26. EHDOTUKSIA JATKOTOIMIKSI

Tutkimuksen aikana on herännyt koko joukko ajatuksia mahdollisiksi jatko-toimiksi, joita esitellään seuraavaksi lyhyesti.

Rengaspainetutkimus

Kun tutkimusta suunniteltiin, esitettiin tarve selvittää akselimassajakaumien yhteydessä myös raskaan liikenteen käyttämien rengaspaineiden jakaumat. Akselimassojen ohella nimittäin myös rengaspaineet vaikuttavat tierakenteiden keston, joten tietoa rengaspaineiden jakaumista tarvittaisiin rakenteiden keston mallintamisessa. Tiedot rengaspainejakaumista tarvittaisiin rengastyypeittäin, mutta myös akselin paikalla ja akselirakenteella on tässä yhteydessä merkitystä.

Akselimassatutkimusta suunniteltaessa rengaspaineiden samanaikaista mittaamista pidettiin kuitenkin liian hitaana ja vaarallisena, minkä lisäksi mittauspaikalle olisi pitänyt tuoda paineiden mittaamiseen tarvittava kalusto ja mittaushenkilöstöä olisi tarvittu enemmän. Rengaspaineiden mittaamisesta siis luovuttiin, mutta niitä voidaan tutkia erillisessä tutkimuksessa, jolloin tutkimustulokset voidaan yhdistää akselimassatutkimuksen tulosten kanssa jakaumatasolla. Akselimassatutkimuksesta saatuja tuloksia voidaan käyttää hyväksi rengaspainetutkimuksen sisällön ja siinä tarvittavan otoksen suunnittelussa. Rengaspainetutkimus onkin toteutumassa vuonna 2000.

Tiejaksokohtaiset akselimassatutkimukset

Muutamit tiepiirit ja esimerkiksi TPPT-projekti (TPPT = Tien pohja- ja päällysrakenteiden tutkimusohjelma) ovat olleet kiinnostuneita joidenkin erityisreittien tai yksittäisten tiejaksojen raskaasta liikenteestä ja sen aiheuttamasta kuormituksesta. Niinpä tämän tutkimuksen yhteydessä alun perin suunniteltua mittauspaikkojen joukkoa täydennettiin kolmella ylimääräisellä mittauspaikalla, joista kaksi sijaitsi Vaasan tiepiirin alueella valtateillä 8 ja 16 (piirin aloite) ja yksi Oulun tiepiirin alueella valtatie 4 instrumentoidulla tiejaksolla (TPPT-projektin aloite). Näiden kolmen paikan lisäksi tutkimuksen aikana tehtiin ylimääräisiä mittauksia myös Kaakkois-Suomen tiepiirin alueella valtatiellä 7 (TPPT-projektin aloite), mutta tämän tutkimuspaikan mittauksien katsottiin vinouttavan alkuperäistä otosta niin paljon, että sen aineistoa ei voitu hyödyntää tässä tutkimuksessa mutta kylläkin TPPT-projektissa.

Joka tapauksessa ylimääräiset mittauspaikat toivat idean laajentaa mittauspalvelua tällaisiin erityiskohteisiin ja erityistarpeisiin, esimerkiksi siltojen kuormitusten tarkentamiseen. Punnituskalusto on tutkimuksen yhteydessä luovutettu Tuotannon konsultoinnille juuri tällaisia jatkotoimeksiantoja varten. Samoin konsultoinnissa on osaavaa henkilöstöä uusien vastaavien tutkimusten tekemiseen. Mittauksissa voidaan soveltaa tässä tutkimuksessa

kehitettyjä toimintaperiaatteita joko sellaisinaan tai sopivasti muunneltuina. Nyt tutkimuksen aikana tehdyissä ylimääräisissä mittauksissa sovellettiin tutkimuksen toimintatapaa sellaisenaan.

Punnitukset määräpaikkatutkimusten osana

Edellistä ajatusta voidaan myös laajentaa siten, että akselimassamittaukset liitettäisiin osaksi tavallisia määräpaikkatutkimuksia. Siirrettävällä low speed –vaa’alla punnitseminen ei nimittäin juurikaan hidastaisi määräpaikkatutkimusten tekemistä, mikäli tutkimusten sisältöä ei muulla tavoin laajennettaisi. Akselimassamittauksilla täydennettyjen määräpaikkatutkimusten avulla saataisiin tietoa akseli-, teli- ja kokonaismassojen kehittymisestä koko maata koskevien akselimassatutkimusten välillä. Tämä olisi suhteellisen helposti toteutettava vaihtoehto sille, että tieverkolle rakennettaisiin useita automaattisia WIM-vaakoja kuormituksen kehityksen seuraamiseksi. Aina-kin tällaista vaihtoehtoa saattaisi kannattaa kokeilla.

Erilaiset kuormituskertaluvut

Tämän tutkimuksen yhtenä päätuloksena saatiin uudet estimaatit eri ajoneuvotyyppien keskimääräisille kuormituskertaluvuille. Laskelmat perustuvat neljännen potenssin sääntöön eli saatujen lukujen tulkitaan kuvaavan lähinnä liikenteen vaikutusta päällysteen yläpinnan keston. Jos sen sijaan ollaan kiinnostuneita päällysteen alapinnan tai päällysteen alla olevien rakenteiden kestosta, pitäisi kuormitusekvivalenttien laskukaavoissa eksponentteina käyttää nelosta suurempia lukuja. Tutkimuksen yhteydessä laskettiin eri ajoneuvotyyppien keskimääräiset kuormituskertaluvut myös käyttäen eksponenttia 5,63 ja eksponenttia 8,62, jolloin saatiin seuraavat tulokset:

Taulukko 1. Kuormituskertaluku ajoneuvotyypeittäin, kun ekvivalenssin laskukaavoissa eksponenttina on 5,63.

Autotyyppi	Painottamaton kuormituskertaluku	Painotettu kuormituskertaluku
KAIP	0,53	0,51
KAPP	1,48	1,44
KAVP	2,70	2,69
LA	0,69	0,71
KAIP+LA	0,57	0,56
KAPP+KAVP	2,39	2,38

Taulukko 2. Kuormituskertaluku ajoneuvotyypeittäin, kun ekvivalenssin laskukaavoissa eksponenttina on 8,62.

Autotyyppi	Painottamaton kuormituskertaluku	Painotettu kuormituskertaluku
KAIP	0,60	0,58
KAPP	1,99	2,01
KAVP	3,35	3,33
LA	0,61	0,63
KAIP+LA	0,60	0,60
KAPP+KAVP	3,01	3,00

Kuten taulukoista näkee, luvut muuttuvat kohtalaisen paljon, mutta käytettyjen funktioiden kaikkia ominaisuuksia ja varsinkaan vaikutuksia ei vielä tunneta ainakaan kovin yleisesti. Niinpä kuormituskertalukujen laskentatapa pitäisi vielä selvittää tarkemmin ja viedä eri tavoin laskettuihin kuormituskertalukuihin perustuvia tuloksia tieverkolle, jolloin nähdään, millainen rasitus liikenteestä verkon eri osille ja eri rakennekerrokseen muodostuu.

Vaikka tässä tutkimuksessa käytettiinkin low speed –tyyppistä vaakaa eli mitattiin liikkeessä olevan auton dynaamista massaa ja siitä johdettua kuormituskertalukua, tulee tien epätasaisuuksista tierakenteisiin vielä omat dynaamiset lisänsä. Niinpä saadut tulokset tien rasittumisesta ovat vasta osa totuudesta, johon täydennystä voidaan saada vain täydentävillä mittausmenetelmillä ja mittauksilla.

Tutkimusaineistoon perustuvat lisäselvitykset

Tässä raportissa on käyty läpi vain osa niistä asioista, joiden selvittämiseen aineistossa on materiaalia. Tutkimuksen tarkoituksena oli paitsi saattaa ajan tasalle tiedot keskimääräisistä akseli-, teli- ja kokonaismassoista ja niiden jakaumista myös tuottaa laadukas hyvin kuvattu perusaineisto myöhempiä erillisselvityksiä varten. Näitä selvityksiä varten tutkimusaineisto on saatavissa Tielaitoksen tiestötiedot-yksiköstä.

Saatujen tulosten käyttöönotto suunnittelunormeissa

Tutkimuksesta saadut tulokset pitäisi ottaa mahdollisimman pian huomioon erilaisissa suunnittelunormeissa. Kun tutkimuksen tekemisestä alkukesästä 1998 lopulta saatiin päätös, pontimena oli juuri tierakenteen suunnitteluohjeen uudistustyö, mutta kun selailee esimerkiksi siltojen suunnittelun ohjeita, huomaa, että myös niiden tarkistus saattaisi olla paikallaan – niissä nimittäin ainakin ajoneuvotyyppijakaumat samoin kuin tiedot eri ajoneuvotyyppien tyypillisistä akseliryhmyyksistä näyttäisivät massatietojen ohella olevan vanhentuneita.

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-614
TIEL 3200598